BHS
II H
141

Die periodische Wiederkehr

von

Wassersnoth und Wassermangel

im Zusammenhange

mit den Sonnenflecken, den Nordlichtern

und dem

Erdmagnetismus.

Von

Professor Dr. Paul Reis
in Mainz.

Mit 6 Holzschnitten.

Leipzig
Verlagsbuchhandlung von Quandt & Händel.
1883.

II H/141

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Akti[...]
Bibliothek:
Gruppe: II H
E. Nr. 141

BHS II H 141

Bayerische Staatsbibliothek
<36650981830014

Die periodische Wiederkehr

von

Wassersnoth und Wassermangel

im Zusammenhange

mit den Sonnenflecken, den Nordlichtern

und dem

Erdmagnetismus.

Von

Professor Dr. **Paul Reis**
in Mainz.

BIBLIOTHEK
DER K. B. GENERAL
BERGW. U. SALINEN
ADMINISTR.

Mit 6 Holzschnitten.

Leipzig
Verlagsbuchhandlung von Quandt & Händel.
1883.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Seit fast 10 Jahren leben wir in einer Zeit minimaler Entwickelung der Sonnenflecken; selbst das 1882 eingetretene Maximum ist so geringfügig, daß es nur relativ diesen Namen verdient. In einer solchen Zeit minimaler Entwickelung der Sonnenflecken die Ueberschwemmungen als Wirkungen der Fleckenmaxima zu bezeichnen, mag um so mehr als eine Vermessenheit erscheinen, als gerade in unserer Zeit große und häufige Hochwasser in allen Theilen der Erde auftreten. Indessen wird der Schein der Vermessenheit beim Eingehen auf den Zusammenhang im Einzelnen bald schwinden; denn auch die größten Ueberschwemmungen, die zur Zeit der Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken stattfinden, fallen schon auf das Minimum, das einem solchen Hauptmaximum folgt; und die Nässeperioden, die wie in unserer Zeit sich allmälig zu Ueberschwemmungen steigern, treten in den minimalen Zeiten auf, die einem Hochmaximum der Sonnenflecken folgen; so klärt sich jener Widerspruch zu einer Bestätigung des Zusammenhanges auf.

Daß die Hauptmaxima der Nordlichter in den beiden letzten Jahrhunderten um eine kleine Periode später eintreten als die der Sonnenflecken, erklärt Fritz (§ 50. 1) als einen durch die Beobachtungsmethode entstehenden unvermeidlichen Schein; in Wirklichkeit fallen die Hauptmaxima beider Phänomene zusammen und zwar auf das Jahr des Hauptmaximums der Sonnenflecken. Wenn man dies beachtet, so löst sich auch der scheinbare Widerspruch, den man vielleicht zwischen S. 25 und 27 in § 19 constatiren könnte. Ich wollte hier auf jene scheinbare Verspätung noch nicht eingehen, um

den weniger bewanderten Leser, für den diese Paragraphen bestimmt sind, nicht zu verwirren; dem kundigen Leser brauche ich die Gründe dafür nicht anzuführen. Das Zusammenfallen der Hauptmaxima wird durch den dritten Abschnitt evident und konnte daher im vierten Abschnitt (§ 50. 1) näher besprochen werden. Ein dritter Widerspruch könnte zwischen den Zahlen der Nordlichter und den graphischen Darstellungen aufgefunden werden; derselbe erklärt sich dadurch, daß die letzteren sich nur auf die europäischen Beobachtungen, die ersteren aber auf die der ganzen Erde beziehen.

Ob die aufgefundenen Gesetze über den Zusammenhang der Wasser- und Wetterphänomene mit den Sonnenflecken und Nordlichtern bloß für das Rheingebiet bestehen, oder ob dieselben allgemeine Geltung haben, kann ich nicht entscheiden, da für andere Gegenden mir keine Quellen zu Gebote stehen.

Wenn man die Ausbreitung der Ueberschwemmungen unserer Zeit fast über die ganze Erde in Betracht zieht, wenn man beachtet, wie der allgemeine Witterungscharakter sich oft über ganze Erdtheile erstreckt, so möchte man eine allgemeine Geltung vermuthen; behaupten aber dürfte man sie erst, wenn sie auch für andere Gegenden nachgewiesen wäre, wozu diese Schrift vielleicht eine Anregung bietet. Möglich wäre es immerhin, daß die Geltung nur für das Rheingebiet und ähnlich gelegene Stromgebiete bestände, und dies könnte sich wohl aus der Lage des Rheingebietes erklären, die nach allen Beziehungen als eine mittlere bezeichnet werden kann. In geographischer Beziehung ist die Lage eine mittlere, da das Gebiet zwischen 47° und 52° geographischer Breite, also nicht bloß in der Mitte zwischen Pol und Aequator, sondern auch in der Mitte der gemäßigten Zone liegt. In klimatischer Beziehung ist die Lage eine mittlere, da es weder dem Seeklima noch dem Continentalklima angehört, sondern von beiden eine gemäßigte Mischung darbietet. In Bezug auf die Höhe ist die Lage eine mittlere, da es Hochgebirge, Mittelgebirge, Hügelländer und Ebenen in gleichem Maße enthält. In Bezug auf die Temperatur ist die Lage eine mittlere, da seine

Mitteltemperatur 10° fast gleichweit entfernt ist von den Mitteltemperaturen des Aequators und der polaren Gegenden u. s. w. Wie nun der meteorische Einfluß der Sonnenflecken am Aequator am deutlichsten auftritt, weil die reine Sonnenwirkung dort am wenigsten durch die geographischen Einflüsse gestört wird (§ 52 und 53), so können auch in einer Gegend von durchweg mittlerer Lage diese Einflüsse sich compensiren oder mäßigen und so ebenfalls den Sonnenflecken eine deutlich ausgeprägte Wirkung gestatten. — Der Leser, dem diese Andeutungen als eine Art von Sündenbekenntniß des Autors erscheinen mögen, wird wohl auch eine Entschuldigung für die öftere Wiederholung der Hauptthatsachen in der Darstellung des Hauptzusammenhanges und des Zusammenhanges im Einzelnen erwarten. Dieser nicht ganz unberechtigten Erwartung kann ich leider nicht ganz genügen; ich kann nur anführen, daß es bei der Neuheit des Gegenstandes mir selber ein Bedürfniß war, jede Consequenz der Theorie mit möglichst vielen Thatsachen zu belegen und daher bei jeder neuen bestätigenden Thatsache die betreffende Consequenz wieder anzuführen; wohl mag auch der Umstand mitgewirkt haben, daß der Autor ein alter Lehrer ist, dem der Satz der früheren Pädagogik „Repetitio mater studiorum" allmälig in Fleisch und Blut übergehen konnte. Die manchmal ungewöhnliche Ausdrucksweise der einzelnen Thatsachen erklärt sich aus dem Bestreben, die Quellenangaben möglichst wortgetreu anzuführen.

Die Quellen, welche Wittmann bei der Abfassung seiner Chroniken benutzte, sind sehr mannigfaltig. In der handschriftlichen Chronik des Rheingebietes sind sie erst von 1300 an, in der Chronik der niedrigsten Wasserstände durchweg als Anmerkungen unter den Textcolumnen angegeben, in dem Verzeichniß der Ueberschwemmungen nur hie und da im Text. Die häufigsten Quellen sind: Schnurrer, die Krankheiten des Menschengeschlechtes, wobei zahlreiche Urquellen citirt sind; Berghaus, Länder- und Völkerkunde; Würtembergische Jahrbücher, Abhandlungen von Pfaff, Volz u. A.; Sander, Annales bingenses; die Limburger Chronik von C. D. Vogel,

Herborn 1826; Mainzer Chronik, von einem Geistlichen des 15. Jahrhunderts (Manuscript ohne Titel, halb lateinisch, halb deutsch); Denkwürdigkeiten, rheinischer Antiquarius; Bergmann, physikalische Beschreibung der Erde; Haas, Rheingauer Geschichts- und Weinchronik; E. W. H. Straff- und Unglückschronik, und Chronika der weitberühmten, freien pp. Stadt Frankfurt a. M.; Lessner, Chronika der Stadt Frankfurt; Schaab, Geschichte der Stadt Mainz. Aus diesen Quellen und den gedruckten Wittmann'schen Schriften die Naturhistorische Chronik des Rheingebietes bis auf unsere Zeit zu ergänzen, wäre demnach jüngeren Kräften wohl möglich; meine Zeit und Kraft reichen dazu nicht aus. Durch eine solche Ergänzung würde manches Unklare in dieser Schrift beseitigt werden, z. B. ob wirklich die Zeit von 1590 bis 1614 eine weitere Analogie mit unserer Zeit ist, und ob der Verlauf dieser Nässeperiode mit dem damaligen ungewöhnlichen Verhalten der Nordlichter stimmt.

Wer mit den Ergebnissen der neueren Forschungen über die Periodicität der Sonnenflecken, Nordlichter und erdmagnetischen Erscheinungen nicht vertraut ist, möge den Rath annehmen, den zweiten Abschnitt vor dem ersten zu lesen.

Mainz, den 30. März 1883.

Professor Dr. Paul Reis.

I.

Darstellung des Haupt-Zusammenhanges.

§. 1. Die höchsten und häufigsten Ueberschwemmungen des Rheingebietes finden um dieselben Zeiten statt wie die Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken, der Nordlichter und der Erscheinungen des Erdmagnetismus, kehren also in Perioden von 110 bis 112 Jahren wieder.

Erfahrungsnachweis. — Die größte Ueberschwemmung des 18. Jahrhunderts, fast 7 m des Mainzer Brückenpegels, fällt auf das Jahr **1784**; das Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken fand im Jahre 1778, das Hauptmaximum erster Klasse der Nordlichter im Jahre 1788 statt. Die Uebereinstimmung der drei Haupterscheinungen ist also für das 18. Jahrhundert unzweifelhaft.*) Für das 19. Jahrhundert war der Verlauf der Sonnenflecken und Nordlichter bis zum Jahre 1876 regelmäßig. Wäre diese Regelmäßigkeit weiter gegangen, so hätte man das Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken für das Jahr 1888 erwarten dürfen, nämlich 110 Jahre später als für das 18. Jahrhundert, und das Hauptmaximum der Nordlichter für 1898, ebenfalls 110 Jahre nach dem Hauptmaximum des 18. Jahrhunderts. Man hätte dann für das Jahr 1894, nämlich 110 Jahre nach 1784, eine Ueberschwemmung erster Klasse von 7 bis 9 m Höhe erwarten können, ja eine solche Colossalfluth mit einiger Bestimmtheit für jene Zeit voraussagen dürfen. Glücklicherweise wird jedoch der regelmäßige Gang der Sonnenflecken und Nordlichter manchmal in unerwarteter Weise unterbrochen und zwar besonders in den Jahrhunderten mit ungerader Säkularnummer, zu denen eben unser 19. Jahrhundert gehört. Wie die historische Betrachtung zeigen wird, tritt dann für die Ueberschwemmungen eine Ausnahme ein; sie finden nicht in der berechneten Zeit statt und erreichen auch nicht 7 bis 9 m Höhe;

*) Von den kleinen Zeitunterschieden wird weiter unten (§ 50, 1) die Rede sein. Ebenso ist die Erklärung der Ausdrücke „Hauptmaxima erster Klasse“ u. s. w., um den Zusammenhang nicht zu stören, in den zweiten Abschnitt für den weniger bewanderten Leser verschoben; aus demselben Grunde finden die Quellenangaben erst im dritten Abschnitt statt.

an ihre Stelle treten Ueberschwemmungen zweiter Klasse von durchschnittlich 5—6 m Höhe in durch ganz spezielle Verhältnisse bedingten Zeiten. So ist seit 1876 der regelmäßige Gang der Sonnenflecken und Nordlichter unterbrochen; diesem Umstand sind die Hochwasser der letzten Jahre zuzuschreiben. Wenn aber auch die Sonnenflecken und Nordlichter jetzt tief darnieder liegen, was für die nächsten Jahre bessere Zeiten vermuthen läßt, so ist doch das Eintreten eines Hauptmaximums der Sonnenflecken und Nordlichter für den Schluß unseres Jahrhunderts sehr wahrscheinlich und damit eine Maximalzeit der Hochfluthen, die erst um 1908 dem Eintreten der Minimalzeit weichen würden. Da außerdem die Entwaldungen und Flußcorrectionen die Zahl und Höhe der Ueberschwemmungen noch vergrößern, so wird hierdurch die erwähnte Wahrscheinlichkeit noch erhöht. Es kann daher an die Staatsregierungen und Gemeindeverwaltungen nicht dringend genug der Mahnruf erhoben werden, Alles zu thun und Nichts zu unterlassen, was die Gefahren der Ueberschwemmungen vermindern kann. Die Wahrscheinlichkeit ist nicht eine Vermuthung ins Blaue, sondern eine wohlbegründete Hypothese, wie der weitere Verlauf dieser Arbeit zeigen wird.

§ 2. Praktisch ist der Kernpunkt der Hypothese, daß die Zeiten der höchsten und häufigsten Ueberschwemmungen durchschnittlich um 110—112 Jahre auseinander liegen, wie die Zeiten der Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken und der Hauptmaxima erster Klasse der Nordlichter auch. Die Wahrscheinlichkeit der Hypothese gewinnt natürlich wesentlich, wenn wir im Stande sind, auch vom Jahre 1784 an nach rückwärts die Periode von 110 Jahren in allen drei Haupterscheinungen nachzuweisen.

§ 3. Im 17. Jahrhundert müßte demnach um 1674 ein Hauptmaximum derselben eingetreten sein. Leider kommen wir da hinsichtlich der Sonnenflecken bald in die Zeiten, wo dieselben noch nicht systematisch beobachtet werden konnten, da sie erst nach Erfindung der Fernrohre entdeckt wurden. Für die Nordlichter liegt schon eher passendes Material vor, weil gerade die großartigen und häufigen Erscheinungen, um die es sich ja hier handelt, allem Volke auffielen und in Chroniken aufgezeichnet wurden. Und auch für die Ueberschwemmungen im großen Maßstabe haben die Chronisten Aehnliches geleistet. Für das 17. Jahrhundert stehen wir nun hinsichtlich der Ueberschwemmungen vor einer Ausnahme, indem gerade für das Jahr **1674** und

ebenso für 1672 und 1692 ein ganz ungewöhnlich niedriger Wasserstand des Rheines aufgezeichnet ist. Seltsamerweise fehlt es für diese Zeit auch nicht bloß an einem bedeutenden Maximum der Nordlichter, sondern es scheint geradezu ein Minimum eingetreten zu sein. Während z. B. im Jahrzehnt 1620—30 nicht weniger als 62 Nordlichter aufgezeichnet wurden, sind von dem Jahrzehnt 1670—80 nur 10 katalogisirte Nordlichter vorhanden; der ausnahmsweise niedrige Wasserstand des Rheines fällt zusammen mit einer ausnahmsweise geringen Zahl von Nordlichtern, was gewiß wieder für den Zusammenhang der beiden Erscheinungen spricht. Aehnliches gilt für die Sonnenflecken um diese Zeit. Das 17. Jahrhundert bietet demnach als ein Jahrhundert mit ungerader Säkularnummer eine Ausnahme dar; dieselbe besteht darin, daß in der berechneten Zeit des Hauptmaximums die Sonnenflecken und Nordlichter nur unbedeutend auftraten; daß dann auch die Rheinüberschwemmungen ganz ausblieben, ist eine Ausnahme, welche die Regel des Zusammenhanges aufs entschiedenste bestätigt.

§ 4. Die Maximalzeit des 16. Jahrhunderts dagegen folgt wieder dem durchschnittlichen Zeitraum von 110 Jahren. Gehen wir von der Ausnahmezeit um 110 Jahre rückwärts, so gelangen wir auf die Jahreszahl **1564**, und am 4. März 1565 war die Rheinhöhe hier nahezu 6 m; direkt 11 Jahre vorher war ebenfalls schon ein sehr hoher Wasserstand und fast 10 Jahre später 1573 erreichte der Rhein den höchsten Stand im 16. Jahrhundert von fast $6\frac{1}{2}$ m. Ja selbst noch 20 und 30 Jahre später stiegen der Rhein und der Main zu ungewöhnlichen Höhen, wenn diese auch hinter den erwähnten höchsten Ständen zurückblieben. Für denselben langen Zeitraum von 1541 bis 1595 werden zahlreiche und glänzende Nordlichterscheinungen berichtet, deren Maximalpunkt auf das Jahr 1572 verlegt wird. Die Sonnenflecken waren zu jener Zeit noch nicht entdeckt; jedoch waren die Lichtprozesse auf der Sonne so intensiv, daß in den Jahren 1588, 1593 und 1596 Sonnenflecken mit bloßem Auge gesehen wurden und daß während des ganzen Jahres 1547 die Sonne fahl erschien. Dieses Zusammentreffen einer Periode mächtiger Lichtentwickelung auf der Sonne und der Erde mit einer Periode hoher Ueberschwemmungen ist eine entschiedene Bestätigung des Zusammenhanges.

§ 5. Das 15. Jahrhundert enthält für das Regeljahr **1453** keine Ueberschwemmung, jedoch kommt vor und nach dieser Zeit eine Anzahl von Hochwassern vor, für welche jenes Jahr annähernd das Mittel bildet. Von mit bloßem Auge sichtbaren Sonnen-

flecken wird für diese Zeit nichts, von Nordlichtern nichts Hervorragendes berichtet. Die Zeit war also offenbar eine schwache Maximalzeit, was auch durch eine Anzahl von trockenen Sommern und niedrigen Wasserständen angezeigt wird. Die Ausnahmestellung dieses Jahrhunderts mit ungerader Säkularnummer besteht also darin, daß es an Stelle einer starken eine schwache Maximalzeit hat und daß die Ueberschwemmungen nicht in die Zeit des Regeljahres fallen.

§ 6. Das 14. Jahrhundert bildet die glänzendste Bestätigung des Zusammenhanges; denn direkt in dem Regeljahre **1342** war die größte und ausgedehnteste Ueberschwemmung, von welcher die Geschichte erzählt. Im Mainzer Dome ging das Wasser einem Manne bis an den Gürtel, so daß 9 m Mainzer Pegelhöhe nicht zu hoch geschätzt erscheint. Fast die ganze Stadt Frankfurt stand unter Wasser, und in Köln fuhr man mit Kähnen über die Stadtmauern. Von großen Nordlichtern wird von 1336—70 berichtet, die um 1350 am bedeutendsten und bis in den Süden Europas sichtbar waren; dagegen ist aus meinen Quellen keine Erscheinung von mit bloßem Auge sichtbaren Sonnenflecken weder in Europa noch in China aus dem ganzen Jahrhundert zu erfahren. Dies bildet jedoch keinen Widerspruch gegen unsere Regel des Zusammentreffens, weil in jenen Zeiten die Neigung zur Beobachtung überhaupt nur wenig entwickelt war, während die blendende Sonne dieselbe ganz ungemein stört, und weil Sonnenflecken mit bloßem Auge überhaupt nur in den seltensten Fällen sichtbar sind, während dagegen Nordlichter Jedem leicht auffallen. Wir dürfen indeß mit Bestimmtheit vermuthen, daß in jener Zeit die Sonnenfleckenthätigkeit sehr entwickelt war, da sie unzweifelhaft immer der Nordlichtentwickelung parallel läuft.

§ 7. Für das 13. Jahrhundert könnte man wegen der Analogie mit dem 15. und 17. nach § 3 und 5 eine Ausnahme vermuthen; die Ausnahme besteht darin, daß die Entwickelung der Sonnenflecken und Nordlichter, wie die der Ueberschwemmungen, gering war. Die Mainzer gedruckten Quellen geben für das ganze Jahrhundert nicht eine Ueberschwemmung an, dagegen eine ganz unerhörte Hitze und Trockenheit für eine große Anzahl von Sommern. Indessen ist das Jahr **1234**, ganz nahe an der Regelzeit **1231**, doch durch eine Ueberschwemmung ausgezeichnet, welche in Frankfurt die Brücke wegriß, an deren Stelle die jetzige alte steinerne Brücke erbaut wurde. Auch von Nordlichterscheinungen, wenn auch nicht von glänzenden, die

1219—1263 in Mitteleuropa sichtbar waren, wird berichtet, jedoch von Sonnenflecken nichts.

§ 8. Im 12. Jahrhundert traten 1119, ganz nahe an dem Regeljahr **1120**, bedeutende Ueberschwemmungen ein, und vom Jahr 1124 wird geschrieben: In diesem Jahre gab es Mitte Juni die stärksten Regengüsse, daß alles überschwemmt wurde und das Futter zu Grunde ging; auch 10 Jahre später, sowie 20 Jahre früher waren die Ueberschwemmungen häufig. An Nordlichtern muß jene Zeit besonders reich gewesen sein; denn von 1084—1140 wurden sehr große Erscheinungen in Mittel- und Südeuropa beobachtet, ja 1117 war sogar in Palästina ein großes Nordlicht sichtbar. Hinsichtlich der Sonnenflecken erreichen wir jetzt die Zeit, wo die Chinesen fleißige Beobachter waren; aus diesem Säkulum werden die Jahre 4, 12, 18, 20, 23, 29, 31, 36, 37, 38 aufgezählt, in welchen Sonnenflecken mit bloßem Auge sichtbar, also von ungewöhnlicher Größe waren, einer wurde 10 Tage, ein anderer gar 11 Tage lang gesehen. Von hier an dauerte es bis 1186, wo erst wieder ein Flecken mit bloßem Auge beobachtet wurde.

§ 9. Gehen wir von dem letzten Regeljahre 1120 um 112 Jahre zurück, so gelangen wir im 11. Jahrhundert zu dem Regeljahre **1008**, das jedoch nur als Mittel früherer und späterer Ueberschwemmungsjahre anzusehen ist. Denn der Chronist gibt an, daß im Jahre 987 unerhörte Ueberschwemmungen stattfanden, und 989 fiel soviel Regen und Schnee, daß alle Flüsse überflossen. Um 1020 traten Elbe und Weser so stark aus, daß ganze Flecken von den Fluthen weggerissen wurden. Der Chronist fügt hinzu: Es ist nach diesen Mittheilungen zu vermuthen, daß auch der Rhein einen höheren Wasserstand hatte. Das 11. Jahrhundert mit ungerader Säkularnummer bewährt seinen Ausnahmestand wie andere dadurch, daß die Ueberschwemmungen nicht auf oder ganz in die Nähe des Regeljahres fallen. Zur Zeit derselben fanden jedoch ebenfalls seltsame Wasserphänomene statt. Am 14. Dezember 1013 bemerkte man ein besonderes Anlaufen und Ueberströmen der Quellen ohne vorausgegangenen Regen. Im Jahre 1014 trat während einer dreimonatlichen Trockenzeit das Meer an den Küsten von Flandern und England über, und im Jahre 1015 hat sich eine Fluth über Holland ergossen, welche in drei vollen Jahren nicht wieder ablaufen wollte und viele Hungersnoth verursachte; im Jahre 1016 geschah häufiges Einschlagen des Blitzes. Es ist, als ob die unbekannte, wasserhäufende kosmische Gewalt, da sie in Flüssen und auf Gebirgen kein Wasser fand, mit dem Wasser des Erdinnern, des Meeres

und der Luft ihr Spiel getrieben hätte. Auch in den Nordlichterscheinungen macht sich ein Sistiren der Kraft zwischen zwei starken Perioden bemerklich: von 970—980 werden große Erscheinungen in Mitteleuropa gemeldet, ebenso von 992—1030, namentlich um 992 und 993; der bedeutungsvolle Zusammenhang der ersten Periode mit den genannten Ueberschwemmungen wird in §§ 50. 5 u. 54 betrachtet.

§ 10. Aus dem 10. Jahrhundert wird außer den Ueberschwemmungen von 987 und 989, die zur vorigen Periode gehören, kein Hochwasser mehr erwähnt; denn vom Regeljahr 1008 um 111 Jahre zurück gelangen wir schon ins 9. Jahrhundert, auf das Jahr **897**, wodurch im vorigen Jahrtausend die Jahrhunderte mit ungerader Säkularnummer die Regelperioden werden. Kurz vor und nicht lange nach diesem Regeljahr liegen bedeutende Ueberschwemmungen. Denn der Chronist berichtet: „Im Jahre 888 gab es Ueberschwemmungen in Deutschland und Italien, und im Jahre 886 gab es von Mai bis Juli so häufige und gewaltige Regengüsse, daß Niemand solcher Ueberschwemmungen sich erinnern konnte. Der Rhein verheerte von seinem Ursprung bis zu seinem Ausfluß alle Länder.“ Es ist dies jedenfalls eine von den colossalen Ueberschwemmungen, wie 1784, 1573, 1342, 1124, welche unsere Regel so glänzend bestätigen. Hierzu gehört, daß zur selben Zeit viele Nordlichter beobachtet wurden, im Jahr 905 sogar ein solches im südlichen China in 34° geogr. Breite; auch Sonnenflecken sind damals in China sichtbar gewesen.

§ 11. Für das achte Jahrhundert gelangt man auf das Regeljahr **785**, wenn man von dem vorigen um 112 Jahre weiter zurück geht. Von 784 wird berichtet: Als Karl gegen die Thüringer aufbrach, so wurde er durch Ueberschwemmungen aufgehalten und konnte nicht über die angeschwollene Weser setzen. Der Chronist fügt auch hier bei: „Es läßt sich hieraus auch mehr oder weniger auf einen hohen Wasserstand des Rheines schließen“. Dieses Jahrhundert gehört zu den Ausnahmeperioden, die nicht durch Mangel an Ueberschwemmungen, sondern durch Abwechselung kleinerer Hochwasser mit großer Hitze, Trockenheit, starker Kälte mit großen Schneemassen charakterisirt sind. Im Jahre 761 fiel ein solcher Schnee, daß er an manchen Orten 20 Ellen tief war und Niemand reisen konnte, wie die Annales bingenses besagen. Im Jahre 764 waren das schwarze Meer und die Dardanellenstraße 30 Zoll tief gefroren, wozu noch 20 Zoll hoher Schnee kam; darauf folgte ein so trockener Sommer, daß alle Quellen versiegten. Als Karl 772

gegen die Sachsen zog, litt sein Heer stark durch die Trockenheit. Im Jahre 787 entstand im Mai so strenge Kälte mit tiefem Schnee, daß die Vögel todt aus der Luft fielen. Dagegen verdarb 792 der anhaltende Regen die Kanäle, durch welche Karl die Donau und den Rhein verbinden wollte. Solche Mischperioden werden uns in der Betrachtung im Einzelnen noch mehr begegnen; sie treten bei nicht allzu hohen Hauptmaximis auf. Entsprechend wurden von 776 bis 808 Nordlichter in Südeuropa und der Schweiz, jedoch ohne besondere Bedeutung beobachtet; auch ist im Jahre 778 nach Lycosthenes ein Sonnenflecken mit bloßem Auge gesehen wurden.

§ 12. Für das siebente Jahrhundert wird vom Regeljahr **674** berichtet, daß es übermäßige Ueberschwemmungen brachte. — Nachdem jetzt die Regel durch mehr als ein Jahrtausend verfolgt und meist genau, sonst als Mittel zutreffend nachgewiesen ist, wollen wir nun, wo die Quellen immer trüber und spärlicher fließen, den Nachweis des Hauptzusammenhanges abbrechen. Noch entschiedener wird der Beweis durch den Erfahrungsnachweis im Einzelnen, der im dritten Abschnitte ausführlich folgen wird, für den ganzen Zeitraum von Christi Geburt bis heute. Wir glauben jedoch zunächst im zweiten Abschnitte dem weniger bewanderten Leser das Wesentliche über die Perioden der Sonnenflecken, der Nordlichter und der erdmagnetischen Erscheinungen anfügen zu müssen. Obwohl der Beweis noch nicht vollständig erbracht ist, so wird man doch jetzt schon zugeben, daß die Hauptüberschwemmungen zu denselben Zeiten stattfinden wie die Hauptmaxima der Sonnenflecken und Nordlichter. Die zwei Ausnahmen im 17. und 15. Jahrhundert bestätigen den Zusammenhang; sie zeigen, daß keine Ueberschwemmungen entstehen, wenn die Maxima der Sonnenflecken und Nordlichter dauernd gering sind. Warum die Maximalzeiten dieser Jahrhunderte so schwache Maxima der Sonnenflecken und Nordlichter darbieten, ist noch völlig räthselhaft. Eine Idee von dem Zusammenhang der Witterung und daher der Ueberschwemmungen mit den Sonnenflecken wird im vierten Abschnitt gegeben werden.

§ 13. Mancher Leser, der die starken Ausnahmen des 17. und 15. Jahrhunderts (§ 3 und 5) ins Auge faßt und gewiß auch noch im 13., 11. und 8. Jahrhundert mit Recht schwächere Ausnahmen constatiren wird, dürfte vielleicht auf den Gedanken kommen, daß auch das 19. Jahrhundert eine Ausnahme bilden könnte, da es der Zahl nach zu diesen gehört, und daß demnach die in § 1 ausgesprochenen Befürchtungen keine Berechtigung hätten. Es könnte wohl so sein, da die mit 1882 beginnende Periode eine Ausnahmeperiode ist.

Aber es ist dagegen an Verschiedenes zu erinnern: 1. daß selbst in den Ausnahmeperioden mit den weniger starken Hauptmaximis der Sonnenflecken und Nordlichter doch große Ueberschwemmungen eintreten, sogar fast auf die berechneten Zeiten, wie 1234 und 784, daß also eine Ausnahmeperiode nnr wenig Hoffnung bietet, höchstens auf geringere Höhe und größere Unregelmäßigkeit der Hochwasser. 2. Daß nur dann die Ueberschwemmungen ganz ausbleiben, wenn die Hauptmaxima der Sonnenflecken und Nordlichter sehr geringfügig sind; diese Ausnahme ist in dem mehr als 1000jährigen Zeitraume nur einmal eingetreten, in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts. Wäre es nicht vermessen, so bald eine Wiederholung dieser Ausnahme zu erwarten? 3. Aus dem Erfahrungsnachweise im Einzelnen (3. Abschn.) wird sich ergeben, daß die Ausnahmeperioden im Ganzen genommen denselben Charakter haben wie die Regelperioden; sie enthalten meist ihre zwei Maximalzeiten mit etwas weniger hohen Ueberschwemmungen, und ihre Minimalzeiten mit trockenen, heißen Jahrgängen und strengen Wintern; oft sind in ihnen beide Charaktere gemischt, Ueberschwemmungen zweiter Klasse wechseln mit trockenen heißen Sommern, lange, strenge Winter entwickeln riesige Schneefälle und endigen mit fürchterlichen Eisfluthen. Dies Alles fordert zur äußersten Vorsicht auf.

§ 14. Daß äußerste Vorsicht einen günstigen Erfolg hat, zeigt das glänzende Beispiel von Mainz in der Ueberschwemmung des Jahrübergangs 1882—83. Der höchste Wasserstand war fast 4 m über dem mittleren, beinahe 3 m über der Höhe, bei welcher der Rhein die tiefsten Kanten der Quaimauern erreicht, und mehr als 1 m über den niedrigen, dem Rhein zunächst gelegenen Stadttheilen; und doch wurden sowohl die Alt- als die Neustadt auf einer Länge von 3 Kilometer vor der Ueberschwemmung geschützt. Dies wurde allerdings erst durch Zusammenwirkung bedeutender Kräfte und vieljährige Vorbereitungsarbeiten ermöglicht. Zu den letzteren rechnen wir die Erhöhung und Verbreiterung des Ufers, die schon vor mehr als 20 Jahren von dem längst verstorbenen Clemens Lauteren als Präsident des Verwaltungsrathes der Hessischen Ludwigsbahn vorgeschlagen und durchgesetzt wurde. In dieser Anschüttung wurde nach dem Projekt des Stadtbaumeisters Kreißig ein dem Rheinufer paralleler Längenkanal angelegt, der vom Rhein abgeschlossen werden kann und alle städtischen Kanäle aufnimmt. Bei eintretendem Hochwasser wird die Verbindung mit dem Rheine abgeschlossen, und das durch die Kanäle in den Längenkanal geführte Häuser- und Regenwasser mittels einer Dampfpumpe in den Rhein

befördert. Vor der Anlage des Längenkanals wurden die niederen Stadttheile immer nach dem Prinzip der communicirenden Röhren durch die Kanaleingänge überschwemmt, aus denen das Wasser floß, wenn es im Rheine höher stand als diese Kanaleingänge. Bei der Novemberüberschwemmung 1882 sollte sich die neue Einrichtung zuerst bewähren; sie wirkte auch bis auf einen Pegelstand von etwa 5 m. Dann wurde das Pumpwerk durch Eindringen von Wasser selbst invalid, und plötzlich stieg in einer Nacht das Wasser in den niederen Stadttheilen in manchen Gassen 1 m hoch, was natürlich großen Schrecken und viele Klagen hervorrief. Diese schlimme Erfahrung war jedoch eine gute Schule für das einen Monat später eintretende, noch höhere und viel länger andauernde Hochwasser. Das bedeutend verstärkte und erhöhte Pumpwerk wirkte vortrefflich und wurde bei wachsender Gefahr noch an anderen Stellen vermehrt. Aber bei dem weiteren Steigen drang das Wasser durch den Hochdruck des Rheines sogar aus dem Pflaster der Rheinstraße, aus vielen Theilen des Bahndammes, aus den Pfannen der Drehscheiben und anderen Stellen des Bahnhofes, aus der natürlich weniger geschützten Baustelle der neuen Brücke und aus vielen anderen kaum zu vermuthenden Plätzen. Da bewährte sich das organisatorische Genie unseres Stadtbaumeisters und die thatkräftige Energie der städtischen Verwaltung unter dem Oberbürgermeister Dr. Dumont. Um die Spritzquellen der Rheinstraße wurden Mauerschachte angelegt, in denen das Wasser ohne Schaden bis zur Rheinhöhe aufsteigen konnte. Die Trennungsmauer des Bahnhofs von der Rheinstraße wurde durch Mauerwerk erhöht, und die Thore der Rheinfestungsmauer durch Erdwälle wasserdicht verrammelt, so daß selbst nach völliger Ueberfluthung des Quais und der Rheinpromenade innerhalb jener Festungsmauer zahlreiche Neu- und Wißbegierige ihrem Streben genügen konnten, ja sogar der Uebergang nach Castel mit einigen Umwegen und Schwierigkeiten ununterbrochen blieb. Die größte Gefahr bot der neben der Rheinstraße herziehende Bahndamm von gleicher Höhe mit derselben und nur durch ein Gitter mit niedrigem Steinfuß von derselben getrennt; die geringe Festigkeit desselben ließ das Wasser durch seinen Ueberdruck überall vordringen, so daß derselbe bis in den Bahnhof hinein einige Decimeter unter Wasser stand. Wurde hier nicht Hülfe geschafft, so war in ein bis zwei Tagen der ganze untere Stadttheil überschwemmt. Gleich in der folgenden Nacht wurde der ganzen Rheinstraße entlang ein anfänglich ganz schmaler und niedriger Damm an dem Gitter durch Bretter, Latten und Erde hergestellt; bei steigendem

Wasser mußte dieser Damm immer breiter, höher und fester werden, während das tückische Element den Thon schlüpfrig machte und an manchen Stellen durchbrach; außerdem mußte in dem Gartenfeld, das bei der letzten Noth so viel gelitten hatte, außerhalb des hier etwas erhöhten Bahndammes ein neuer Schutzdamm von 1 Kilometer Länge schleunigst errichtet werden. Da galt es ein Aufgebot aller Arbeitskräfte, und da bewährte sich, daß die Zusammenwirkung aller Kräfte wahrhaft Großes zu leisten vermag. Der ritterliche und bürgerfreundliche Gouverneur von Woyna stellte einen großen Theil der Garnison zur Verfügung, von der besonders die Pioniere sich unvergeßliche Verdienste erwarben. Die Direktion der Ludwigsbahn, der Unternehmer des Tunnelneubaus Arnoldi u. A., boten ihr reiches Material und ihre zahlreichen Arbeitskräfte. In 36 Stunden wurde eine Notheisenbahn von 1 Kilometer Länge von der Tunnelbahn über den Schloßplatz her fast bis an den Bahnhof angelegt, auf der nun unaufhörlich Lokomotiven mit Erdkarren rollten, um Material zum Verstärken der Dämme herbeizuführen, eine Aufgabe, welcher die fast zu Tode gehetzten Pferde nicht mehr hatten genügen können. Tag und Nacht bewachten die Pioniere abwechselnd alle gefährlichen Stellen des Nothdammes. Während dessen wurden noch mehr Lokomobilen und Lokomotiven aufgestellt, welche Centrifugalpumpen und Pulsometer in Gang setzten, die ganz unglaubliche Wassermengen in mehreren breiten Bretterkanälen dem Rheine zuführten und dadurch die Ueberschwemmung des Bahndammes minderten. So gelang es zum erstenmale, eine tief liegende Stadt vor viel höheren Fluthen zu schützen. Ein Artikel des „Mainzer Anzeigers“, welcher ein getreues Bild der schrecklichen Zeit gibt, der aufwogenden Hoffnung des Gelingens der gewaltigen Arbeit und der niedergedrückten Stimmung bei eingetretenen Unfällen, sei zur Erinnerung hier aufbewahrt:

„Die Sylvesternacht 1882—83 in Mainz. Im Jahre des Unheils 1882 war's, als das Verhängniß wieder mit schweren Schritten über die Welt ging, da stieg in den letzten Decembertagen der Rhein bei uns wieder empor, stützte sich mit den mächtigen Armen auf seine beengenden Ufer und Schranken, klopfte an das Thor der Stadt und lachte dabei so grimmig und höhnisch, daß sein Wogenkleid unheimlich rauschend an die Mauern der geängsteten Stadt schlug. War dies der Flußgott, den man den Vater nannte, weil seine Hand über den Gauen, die er durchwandert, stets segnend und schützend waltete? War dieser schmutziggelbe Unhold, der alles niederzureißen drohte, war es derselbe, den die Dichter preisen,

weil im Smaragdgrün seiner Wellen sich so oft und so gerne das heitere Blau des Himmels spiegelte? Dem oft scherzend die Rose ihre Blüthen zuwarf, damit er sie als Liebesbote in die Länder seiner Gestade trüge?“

„Vorbei ist die Zeit der Lieder und der Rosen! Der Vater Rhein ist ein Stiefvater geworden und verleugnet seine Kinder, und nur noch die Rufe des Jammers und Zornes durchzittern die trübe Luft seiner verheerten Ufer. Aber nicht überall muß der Mensch sich machtlos oder verzweifelnd der Ruthe des Stromes beugen. In Mainz, da war's, wo Alles vereint zusammenhielt, Tausende ihm die Stirne zeigten, „und den Fluß hinauf, hinunter, reihten sie sich um die Wette.“

„Komm' heran alter Löwe, schüttele deine gelbe Mähne, wir wollen zu dem Drama, das du uns zu bescheeren gedenkst, so Gott will, die richtige Musik liefern.“ Und Haue und Schaufel erklangen eifrig und rastlos nach dem Commandorufe der Ingenieure und Offiziere. Schienen werden gelegt über Straßen und Plätze, thalauf, thalab keucht die Lokomotive und schleppt mit Erde beladene Züge herbei. Taghell ist die Nacht von Fackeln und Pechkränzen erleuchtet. Durch den Lärm des hastigen Schaffens tönt nun der schrille Warnungspfiff der Lokomotive, und der steinerne Riese, der seit einem Jahrhundert mit Schwert und Schild an den Gesimsen des Zeughauses Wache hält, scheint sich in dem flackernden, gespensterhaften Lichte verwundert die Augen zu reiben; denn einen solchen Sylvesternachtspuk hatte er, so lange es ihm gedenken konnte, nicht erlebt.“

„Doch die krabbelnden, schaffenden Pygmäen da unter ihm schlossen die Thore ihrer Stadt und vermauerten jede Ritze gegen das Eindringen des Feindes, der da draußen an ihre Mauern wogte und brandete. Und sie warfen im Takte mit ermunternden Liedern einen Riesenwall auf, innerhalb der Stadtmauern und auch weit hinaus, fast eine Meile weit, hoch und fest, und wohl im Stande, der Hochfluth Trotz zu bieten.“

„Aber der Rhein ging, wie ein geschulter Soldat, an die Minirarbeit, um durch den Druck seiner Wasser die Kanäle der Stadt zu füllen und so aus der Tiefe und mit Hülfe der Zuflüsse ihr Inneres zu überfluthen. Doch die Kraft zerschellt an der Kraft! Die Wandungen der Kanalöffnungen wurden bis über das Niveau des Stromes aufgemauert; Dampfmaschinen rollten herbei; denn das Feuer hilft ja gern im Kampfe gegen das Wasser. Auf der ganzen Front arbeiteten jetzt mit aller Kraft die Pumpwerke. Was hereinströmte, das warfen sie mit ihren mächtigen Hebelarmen wieder hin-

aus in das alte, wogende Bett. Wie der Dämon da draußen wüthete, als er sich überlistet sah! Mochte er auch mit allen Wolken sich verbünden, die in jener Nacht windschnell ihm zu Hülfe eilten, es half ihm nichts; er konnte nicht Bresche legen und machtlos verhallten die Angriffsrufe seiner Wirbel und Brandungen an den Mauern und Dämmen der Stadt, die von dem einigen Sinne ihrer bürgerlichen und militärischen Behörden auf wahrhaft bewunderungswürdige Weise vertheidigt wurde. Fürwahr, das war die Wacht am Rhein! In jener schreckensvollen Neujahrsnacht stieg das Wasser höher, als der älteste der Lebenden es je geschaut hatte, und was man nicht für ausführbar hielt, ereignete sich: Die Stadt blieb selbst in ihren tiefer gelegenen Straßen trocken — das gewaltige Ringen des Menschengeistes mit dem Elemente war von Erfolg gekrönt."

„Wer den Moment erlebte, als um Mitternacht der erste Glockenschlag die Luft durchhallte und den Mainzern verkündete, daß ein Jahr mit einer Welt von Sorge und Schrecknissen gleichsam vor ihren Augen in dem gewaltigen Strome der Zeit versank, wer die Tausende sah, die im Fackelglanze bei Damm und Wehr hoch aufgerichtet ihr fröhliches „Prosit Neujahr" in die Nacht riefen, der wird es nimmermehr vergessen. Er wird sie nicht vergessen, die Gefühle der Noth und Bedrängniß, aber auch nicht die der Zuversicht und des Stolzes, welche mit den zitternden Schwingungen der Neujahrsglocke in jener Nacht zwölfmal feierlich durch sein Herz zogen."

Wenn das Schutzwerk einmal gelungen ist, so mag es auch in Zukunft gelingen, falls nur die Mittel und Kräfte immer bereit gehalten werden, — und dies für die nächsten 20 Jahre nicht zu versäumen, muß für Staats- und Gemeindebehörden die Hauptfolgerung aus dieser Arbeit sein. Andere Städte mögen sich in ähnlicher Weise helfen wie Mainz. Den armen, ganz unvergleichlich mehr heimgesuchten Landbevölkerungen der Rheinebene kann nur durch Staatsmittel geholfen werden. Die Strom- und Flußcorrectionen, die nur im Interesse der Schifffahrt unternommen wurden, aber die natürliche Bestimmung der Flüsse, die Wasserableitung, ganz außer Acht ließen, sind nicht mehr rückgängig zu machen, eine Recorrection würde unendliche Schwierigkeiten und Kosten verursachen, der Schifffahrt wesentlich schaden und das Ziel doch nicht erreichen, da die Hauptursache der Wassersnöthe eine zwar unbekannte, aber offenbar unüberwindliche kosmische Gewalt ist. Die Landgemeinden können daher nur durch ein verbessertes Dammsystem geschützt werden. Wie mir einer der ersten Ingenieure Deutschlands, Schmick in Frank-

furt, schreibt, ist die gebräuchliche Dammconstruction total verfehlt; die Dämme müßten, um dem Wellenschlag und der rapiden Strömung dauernd Widerstand leisten zu können, an der Wasserseite befestigt sein und dürften dort nur eine sehr flache Böschung, etwa 1 zu 10 haben. Die Großherzoglich Hessische Regierung hat in richtiger Erkenntniß der Sachlage und im Einverständniß mit den Ständen eine eigene Kommission ernannt zum Studium der Ueberschwemmungsverhältnisse, der Stromregulirungen und Dammsysteme; der als Manuskript gedruckte Bericht dieser Kommission behandelt auf 150 Seiten die Dammsysteme, woraus ebenfalls hervorgeht, daß ein systematischer Umbau der Dämme den einzigen Schutz für die so sehr exponirten Orte des Rieds und Rheinhessens bilden kann.

§ 15. Die theils colossalen, theils hohen Ueberschwemmungen von 1784, 1564, 1342, 1234, 1124, 989, 886, 784, 674 treffen theils genau, theils nahezu auf die theoretisch berechneten Jahre 1784, 1674, 1564, 1453, 1342, 1231, 1120, 1008, 897, 785, 674. Die in der ersten Reihe fehlende Zahl 1674 ist die einzige Ausnahme von der 110—112jährigen Periode der großen Ueberschwemmungen; die Ausnahme bestätigt die Regel, da in jener Zeit fast keine Nordlichter, also wohl auch keine Sonnenflecken existirten. Die andere fehlende Zahl 1453 ist wenigstens als Mittel früherer und späterer Hochwasser ebenfalls berechtigt (s. § 44). Das genaue oder wenigstens nahe Zusammentreffen ist gewiß überraschend und macht die Ansicht, daß die Ueberschwemmungen mit Sonnenflecken und Nordlichtern zusammenhängen, fast unzweifelhaft. Ein absolut genaues Zusammentreffen konnte unmöglich erwartet werden, und der Mangel dieses absoluten Zusammentreffens ist kein Einwurf gegen die Theorie. Dies muß, um Mißverständnisse zu vermeiden, speziell hervorgehoben werden. Denn alle aufgefundenen Gesetzmäßigkeiten der Sonnenflecken und Nordlichter bestehen nicht aus absoluten, sondern nur aus durchschnittlichen Gleichheiten. Schon die kleine Periode ist nicht immer gleich 11 Jahren, sondern steigt, wie der folgende Abschnitt zeigen wird, manchmal über 15 und sinkt unter 7 Jahre herab; die 11jährige Periode ist eine Durchschnittsperiode. Ebenso ist es mit der großen Periode von 55 Jahren, also auch mit der doppelten großen Periode von 110 Jahren, die für die großen Ueberschwemmungen gilt. Wir haben deshalb in der Berechnung der Hauptmaximalzeiten von 1784 an bald 110, bald 111 oder 112 abgezählt. Was wir aber aus den Jahreszahlen der großen Ueberschwemmungen schließen dürfen, ist unzweifelhaft folgender Satz: Die Ueberschwemmungen des Rheingebie-

tes sind nach Zeiträumen von je 110 bis 112 Jahren besonders hoch und zahlreich, und die Zeiten derselben fallen zusammen mit den Zeiten der Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter.

In der dritten Abtheilung werden auch die Consequenzen dieses Satzes gezogen und das Dasein derselben für die ganze Zeit von Christi Geburt bis heute nachgewiesen. Eine nahe liegende Consequenz bezieht sich auf die Hauptmaxima zweiter Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter. Die große Periode dieser Erscheinungen beträgt nämlich etwa 55 Jahre, zwischen je zwei Hauptmaximis erster Klasse liegt ungefähr in der Mitte ein Hauptmaximum zweiter Klasse. Wenn unsere Theorie richtig ist, so muß demnach in dieser Mitte eine Zeit weniger hoher Ueberschwemmungen, eine Maximalzeit zweiter Klasse eintreten, eine Folgerung, die ebenso deutlich in allen Jahrhunderten hervortritt, wie die Ueberschwemmungszeiten erster Klasse. Weiter sind zwischen je zwei Hauptmaximis zwei oder drei kleinere Maxima der Sonnenflecken und Nordlichter. Eine Consequenz der Theorie ist, daß in diesen Zwischenzeiten die niedrigsten Hochwasser eintreten, daß sie Minimalzeiten der Ueberschwemmungen sind; nahe liegen die weiteren Folgerungen, daß diese Minimalzeiten die Zeiten der niedrigsten Wasserstände von langer Dauer sind, die Zeiten der trockenen und daher heißen Sommer, der trockenen und daher kalten Winter. Auch diese Folgerungen werden bei der Betrachtung des Zusammenhanges im Einzelnen, der im dritten Abschnitte folgt, sich sämmtlich als richtig ergeben.

II.

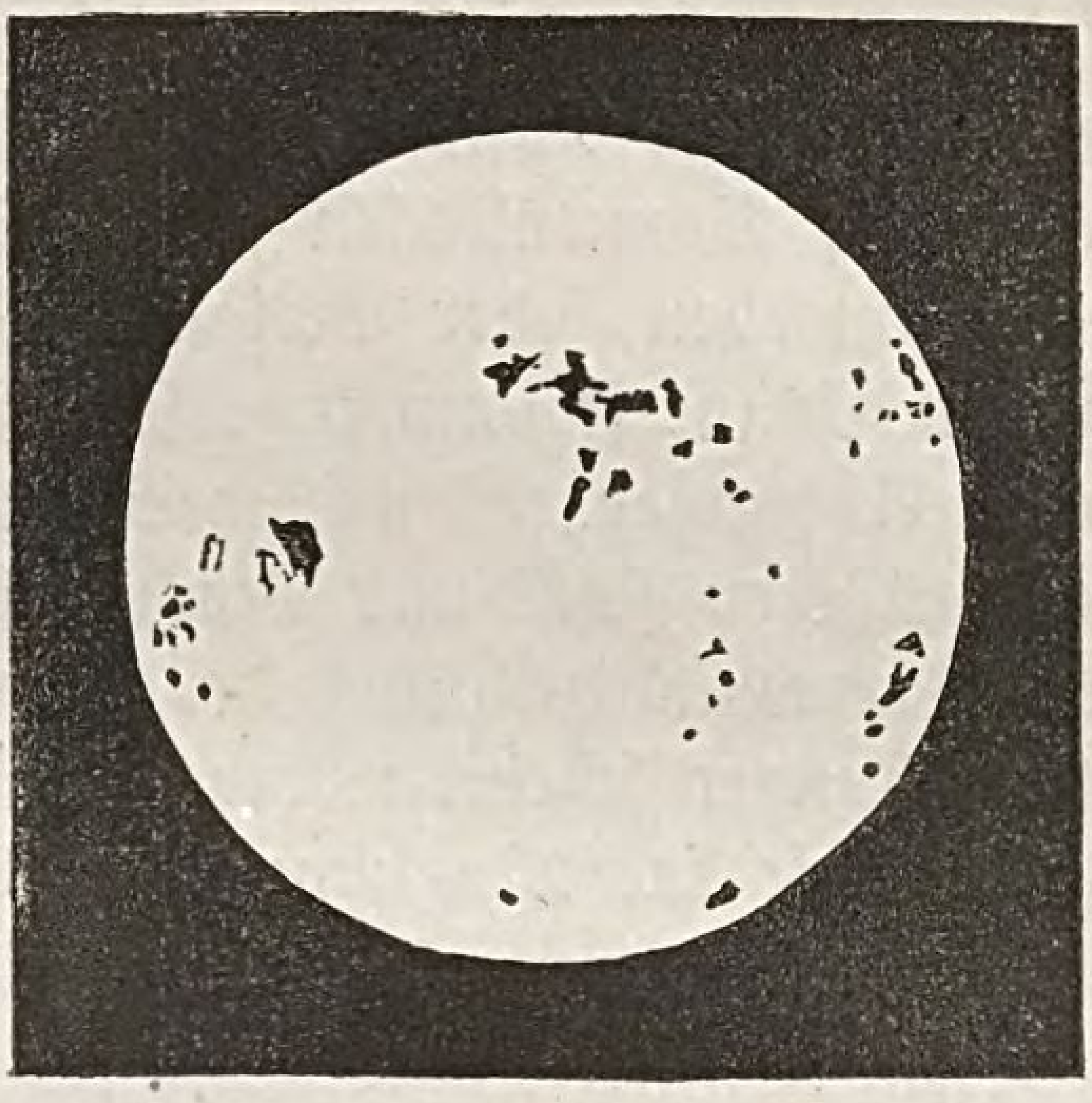
Die Sonnenflecken, das Nordlicht und der Erdmagnetismus in ihren Perioden.

§ 16. Die Sonnenflecken. — Die Sonne ist nicht, wie sie dem bloßen Auge erscheint, ein gleichmäßig fluthendes Lichtmeer, sondern bietet dem geschützten und mit dem Fernrohre bewaffneten Auge mancherlei Einzelheiten dar. Zahlreiche feine Lichtadern, die durch weniger helle Punkte, die Sonnenporen geschieden sind, geben der Oberfläche eine Art marmorirten Ansehens; außerdem enthält diese meist einige oder viele größere, fast schwarze Stellen, die Sonnenflecken, und in der Nähe derselben, jedoch auch an

anderen Orten, besonders stark leuchtende Partieen, die Sonnenfackeln. Die Sonnenflecken erscheinen nur neben dem grellen Lichte der übrigen Sonnenfläche fast schwarz; an sich leuchten sie nach Zöllner 4000mal stärker als eine gleichgroße Stelle des Vollmondes, und ihre Farbe soll nach Busolt ein dunkles Violet sein.

Die Gestalt der Flecken ist großentheils rundlich oder länglich rund; doch ist der Rand gewöhnlich eckig, gezackt, gerissen; oft sind sie von einem weniger dunkeln Hofe, der sogenannten Penumbra umschlossen. Häufig schließt die Penumbra nicht einen Fleck ein, sondern eine kleinere oder größere Zahl von Flecken, eine Fleckengruppe. In der Schätzung der Zahl und Mächtigkeit der Flecken legt man einer Fleckengruppe das Gewicht 10 bei, weil man häufig die Anzahl der Flecken einer Gruppe nicht angeben kann, während einem einzelnen Flecken das Gewicht 1 zugeschrieben wird; so wird z. B. die Relativzahl von 5 Gruppen und 45 Flecken durch 95 ausgedrückt. Die Größe der Flecken ist im Verhältnisse zu der ungeheuren Sonnenfläche gering, wie Fig. 1 zeigt, die den Anblick der Sonne in einem Maximaljahre der Flecken giebt. Die Flecken mittlerer Größe sehen auf der großen Sonnenscheibe kaum so groß aus wie eine Fliege auf einem Teller; doch haben dieselben wegen des ungeheuren Durchmessers der Sonne in Wirklichkeit doch eine bedeutende Größe, etwa 1000 Meilen Durchmesser, übertreffen den Erdtheil Asien an Flächeninhalt. Die größten Fleckengruppen dagegen haben sogar Durchmesser von mehr als 30000 Meilen, sind also wohl 50mal so groß als die Erdoberfläche. Indessen sind die in alten Zeiten mit bloßen Augen beobachteten Flecken jedenfalls noch größer gewesen, indem sie ganze Theile der Sonne oft für mehrere Tage verfinsterten.

Fig. 1.



Die Dauer der Flecken ist sehr verschieden, manche vergehen schon nach wenigen Tagen, andere dauern mehrere Monate an, die längste bis jetzt beobachtete Dauer betrug fast 2 Jahre. Am östlichen Rande tauchen sie lang und schmal auf, rücken in einigen Tagen mehr nach der Mitte zu, wobei sie bei gleichbleibender Länge

immer breiter werden, bis sie nach 13 Tagen am westlichen Rande anlangen und hier immer schmäler werdend verschwinden. Nach abermals 13 Tagen kommt derselbe Fleck am östlichen Rande wieder zum Vorschein, woraus man schließen mußte, daß die Sonne in 26 Tagen sich um ihre Achse dreht. Das Breiter- und Schmälerwerden ist nur eine Folge der Kugelgestalt der Sonne; jedoch verändern sie häufig auch sonst ihre Gestalt, während andere ihre Form oft lange beibehalten.

Was die Sonnenflecken eigentlich sind, ist noch nicht mit aller Sicherheit erkannt; längere Zeit hielt man sie für trichterförmige Oeffnungen in einer vorausgesetzten Lichthülle, durch welche man auf den dunkeln Sonnenkern sehen könne. Durch die Spektralanalyse wurde diese Ansicht beseitigt und die Meinung zur Geltung gebracht, die Sonnenflecken seien Wolken, die in der Sonnenatmosphäre schweben, oder Schlacken, die auf der Oberfläche der feurig flüssigen Sonne schwimmen; jedoch hat die Wolkentheorie wohl die meisten Anhänger. Wenn die Schlackentheorie richtig wäre, so müßte einer größeren Zahl und Mächtigkeit der Sonnenflecken eine geringere Wärmeausstrahlung der Sonne entsprechen. Durch neuere Untersuchungen scheint jedoch das Gegentheil festzustehen, daß nämlich zur Zeit des Maximums der Sonnenflecken die Wärmewirkung der Sonne am größten ist und zur Zeit des Minimums der Sonnenflecken am kleinsten, was mehr für die Wolkentheorie spricht. Es ist dies auch eher begreiflich, da mit der Zahl und Mächtigkeit der Sonnenflecken auch die der Protuberanzen und Sonnenfackeln zunimmt und hiermit die Sonnenthätigkeit überhaupt einen höheren Grad der Entwickelung erreicht. Nach meiner Sonnenfleckentheorie (Reis, die Sonne, Leipzig, Quandt & Händel 1869), die in den letzten Jahren von G. Adams neu aufgestellt worden ist, sind die Sonnenflecken Roststaubwolken, die in einer so hohen Schicht der Sonnenatmosphäre entstehen, daß die weniger hohe Temperatur eine chemische Verbindung des vorhandenen Eisendampfes mit Wasserstoff und Sauerstoff gestattet, welche Verbindung als eine Erde von hohem Schmelzpunkte sich staubförmig condensirt. Diese Roststaubmasse muß wegen ihres großen specifischen Gewichtes in das Innere der Sonne herabstürzen, wird hier durch die hohe Temperatur der Sonne in ihre Elemente zersetzt, die durch den gewaltigen Auftrieb der Sonne mit großer Geschwindigkeit wieder aufsteigen, am schnellsten und höchsten der so leichte Wasserstoff, der hierdurch die Protuberanzen, Sonnenfackeln bildet. Das Herabstürzen ungeheurer Eisenmassen in der Sonnenatmosphäre mag zur Erklärung des Zusammen-

hanges dienen, der zwischen den Sonnenflecken, den Nordlichtern und anderen erdmagnetischen Erscheinungen besteht.

§ 17. Die Perioden der Sonnenflecken. — In manchen Jahren ist die Sonne an mehr als 100 Tagen ganz fleckenfrei und die Zahl der an den anderen Tagen sichtbaren Flecken gering; ein solches Jahr nennt man ein fleckenarmes Jahr. Das Jahr 1843 z. B. war ein fleckenarmes Jahr; denn einer der fleißigsten älteren Fleckenforscher, Schwabe in Dessau, konnte in diesem Jahre nur 34 Flecken beobachten, während an 149 Tagen die Sonne ganz fleckenfrei war. Hingegen giebt es auch Jahre, die nicht einen fleckenfreien Tag enthalten und, wie Fig. 1 (S. 15) zeigt, eine große Zahl von Sonnenflecken entwickeln; ein solches Jahr ist ein fleckenreiches Jahr. Das Jahr 1848 war ein fleckenreiches Jahr; denn Schwabe fand die Sonne in diesem Jahre an keinem Tage fleckenfrei und beobachtete in dem Jahre fast 400 Flecken.

Sowohl vor als nach dem Jahre 1843 war die jährliche Zahl der Sonnenflecken größer als in diesem Jahre selbst; es war das fleckenärmste Jahr jener Zeit, ein Jahr des Minimums der Sonnenflecken. Von 1843 an nahm die jährliche Zahl der Sonnenflecken zu bis zum Jahre 1848, während sie in den folgenden Jahren wieder abnahm, das Jahr 1848 war also das fleckenreichste Jahr jener Zeit, ein Jahr des Maximums der Sonnenflecken.

Vor dem Jahre 1843 hatte auch in dem Jahre 1837 ein Maximum der Sonnenflecken stattgefunden. Die zwei aufeinanderfolgenden Maximaljahre 1837 und 1848 liegen also um 11 Jahre auseinander. Wenn es auch nicht genau immer so ist, so trifft es doch durchschnittlich zu: durchschnittlich alle 11 Jahre tritt ein Maximum der Sonnenflecken ein und in der Zwischenzeit, wenn auch nicht immer genau in der Mitte, ein Minimum. Diese Zeit von 11, genauer von $11\frac{1}{9}$ Jahren nennt man die kleine Periode der Sonnenflecken. Die Gültigkeit dieser Zahl hat der bedeutendste Fleckenforscher unserer Zeit, Rudolf Wolf in Zürich, bis zur Zeit der Entdeckung der Sonnenflecken im Beginne des 17. Jahrhunderts nachgewiesen.

Im vorigen Jahrhundert fanden Maxima der Sonnenflecken in folgenden Jahren statt:

1705, 1717, 1727, 1738, 1750, 1761, 1769, 1778, 1789.

In unserem Jahrhundert traten die Maxima der Sonnenflecken in folgenden Jahren auf:

1804, 1816, 1830, 1837, 1848, 1860, 1870.

Wie man leicht aus diesen Zahlen ersieht, ist die kleine Periode von 11 Jahren nur eine Durchschnittszahl, die sich, wie zwischen 1830 und 1837, bis auf 7 vermindern, aber auch, wie zwischen 1816 und 1830, auf 14 erhöhen kann. Ja nach Zeitungsnachrichten soll Wolf in den letzten Monaten der Pariser Akademie mitgetheilt haben, daß die kleine Periode aus abwechselnden Zeiten von 7 und 13 Jahren zusammengesetzt sei. Die wirklichen Maxima weichen also von den Jahreszahlen ab, die man durch Berechnung erhält, wenn man zu irgend einem Maximaljahr die durchschnittliche kleine Periode von 11 Jahren addirt. Jetzt kann es auch nicht mehr verwunderlich oder unserer Theorie widersprechend erscheinen, wenn die berechneten Jahre der höchsten Ueberschwemmungen nicht immer mit den wirklichen Jahreszahlen übereinstimmen, es muß vielmehr verwundern, daß die berechneten Jahre manchmal mit den wirklichen zusammenfallen oder denselben so nahe kommen.

Die Minimaljahre der Sonnenflecken zeigen ebenfalls nur eine unregelmäßige Periodicität, indem sie durchaus nicht in die Mitte zwischen zwei Maximaljahre fallen; so lag das Minimum zwischen 1860 und 1870 auf dem Jahre 1867, und das dem Maximaljahre 1870 folgende Minimum fand erst 1878 statt. Diese letztere Abweichung ist allerdings ungewöhnlich stark und deutet schon auf ausnahmsweise Verhältnisse der Sonnenflecken hin, denen wir nach unserer Theorie (§ 50.5) den ausnahmsweisen Charakter der Witterung und der Ueberschwemmungen der letzten Jahre zuschreiben müssen.

Wenn man nun die Relativzahlen der Sonnenflecken in den eben angeführten Maximaljahren vergleicht, so findet man, daß dieselben nicht einander gleich sind, daß sie aber auch nicht in bunter Willkür bald groß, bald klein auftreten; sie nehmen vielmehr in großen, durchschnittlich gleichen Zeiträumen zu und ab, befolgen also ebenfalls eine gewisse Regel. So haben wir in folgenden kleinen Tabellen unter die Maximaljahre die zugehörigen Relativzahlen gesetzt und die größten durch starken Druck besonders hervorgehoben.

Achtzehntes Jahrhundert.

Maximaljahre:	1705,	1717,	1727,	1738,	1750,	1761,	1769,	1778,	1789.
Relativzahlen:	49,	52,	**90**,	85,	83,	86,	106,	**154**,	132.

Neunzehntes Jahrhundert.

Maximaljahre:	1804,	1816,	1830,	1837,	1848,	1860,	1870.
Relativzahlen:	73,	46,	71,	**138**,	124,	96,	139.

Was haben wir aus diesen Reihen zu schließen? Die Maxima nehmen zwei bis drei Perioden zu, erreichen ein Hauptmaximum, nehmen dann zwei bis drei Perioden ab und dann wieder zu, um abermals ein Hauptmaximum zu erreichen. Je zwei Hauptmaxima sind um 5 kleine Perioden, also um 55 bis 56 Jahre von einander entfernt. Es existirt also außer der kleinen, durchschnittlich $11^1/_9$ jährigen Periode noch eine große Periode der Sonnenflecken von 55 bis 56 Jahren. Aber auch die Hauptmaxima sind nun wieder nicht einander gleich; im 18. Jahrhundert finden wir ein kleines Hauptmaximum von 90 um 1727 und ein viel größeres von 154 um 1778; wir wollen das größere ein Hauptmaximum erster Klasse, das kleinere ein Hauptmaximum zweiter Klasse nennen. Nach dem Hauptmaximum erster Klasse von 1778 folgt im Jahre 1837 ein kleineres mit der Relativzahl 138; da dies ein Hauptmaximum zweiter Klasse ist, so wird wohl 55—56 Jahre später, etwa 1890 ein Hauptmaximum erster Klasse folgen. Zwei Hauptmaxima erster Klasse sind also um die doppelte große Periode, d. i. um 110 bis 112 Jahre voneinander entfernt; hier haben wir die Periode der großen Ueberschwemmungen von 110 bis 112 Jahren, die wir im ersten Abschnitte kennen gelernt haben.

Leider lassen sich die Hauptmaxima der Sonnenflecken nicht um Jahrtausende zurück verfolgen, weil die Sonnenflecken überhaupt erst im Anfange des 17. Jahrhunderts entdeckt und erst seit dem 18. Jahrhundert einigermaßen systematisch beobachtet wurden. Allerdings sind auch vor dem 17. Jahrhundert große Sonnenflecken mit bloßem Auge beobachtet worden; dieselben fallen zwar meist in die Zeiten der Hauptmaxima, erlauben jedoch eine Bestimmung derselben nicht. Hier helfen uns die Nordlichter aus, da diese gerade zu den Zeiten der Hauptmaxima der Sonnenflecken ganz besonders glänzend und herrlich auftreten, so daß sie von allem Volke wahrgenommen und von Schriftstellern der verschiedensten Gebiete als merkwürdige Himmelserscheinungen aufgezeichnet wurden.

§ 18. **Das Nordlicht.** — In Süddeutschland stellt man sich das Nordlicht meist als einen feurigen Schein am nördlichen Himmel vor, oder auch als leuchtenden Ringbogen am nördlichen Horizonte, von dem breite Strahlen in die Höhe schießen; wer etwas von diesem Phänomen gelesen hat, weiß dann auch noch, daß diese Strahlen auf und ab, hin und her wogen und wallen, daß sie verschwinden und neu aufblitzen und bei der stärksten Entwickelung der herrlichen Erscheinung sich jenseits des Zeniths zu einer wogenden Lichtmasse,

der Nordlichtkrone vereinigen. Unser speciell hessischer Landsmann, Karl Weyprecht, hat uns nicht lange vor seinem Tode belehrt (1879), daß nach seinen Beobachtungen in Franz-Josephs-Land bei der österreichischen Polarexpedition (1872—74), das Nordlicht in der polaren Gegend eine viel reichere Mannigfaltigkeit von Gestaltungen entwickelt, die allerdings oft mit einander vereinigt vorkommen, jedoch auch vereinzelt für sich auftreten. Auch ein anderer stark verbreiteter Irrthum über die Zahl der Nordlichter ist durch neue Forschungen beseitigt worden.

In älteren, wie auch noch in neueren Abhandlungen über das Nordlicht liest man, daß die Zahl und Mächtigkeit der Nordlichter mit der geographischen Breite zunehme; demgemäß dachte man sich die halbjährliche, eiserstarrte Polarnacht durch das unaufhörliche Wogen des herrlichsten Nordlichtes erhellt und belebt, welche Folgerung als irrthümlich bezeichnet werden muß. Allerdings nimmt in der gemäßigten Zone die Zahl und Herrlichkeit der Nordlichter mit der Breite zu; aber etwa von der Grenze der gemäßigten Zone an nach dem Pole zu nimmt sie wieder fortwährend ab. Es gibt demnach eine Maximalzone der Nordlichter, welche man den Nordlichtgürtel nennt. Dort geht das Nordlicht niemals aus; jedoch ist es in dem größten Theile der Zeit nur ein schwacher Lichtring, der über diesem Gürtel die ganze Erde umzieht, während allerdings oft genug der Lichtring sich erhellt, verbreitert und dann glänzend in die Höhe schießende Strahlen entwickelt.

Der Nordlichtgürtel fällt jedoch nicht mit dem Polarkreise zusammen, sondern zieht sich als eine nicht ganz regelmäßig gestaltete Linie um den magnetischen Nordpol und den geographischen Nordpol der Erde. Er berührt das Nordcap, geht steil an Norwegen nach Südwesten herab unter Island und Grönland vorbei nach Labrador, wo er seinen südlichsten Punkt in 57° Breite erreicht, zieht nordwestlich durch die Hudsonsbai nach der Nordspitze von Alaska, wonach er sich im Eismeer ziemlich gleich weit von der Nordküste Asiens hält, bis er an der Nordspitze von Nowaja Semlia anlangt und von da etwas südlich nach dem Nordcap biegt. Der Nordlichtgürtel ist die Linie größter Nordlichthäufigkeit, die Linie ewigen Nordlichtes; die anderen Linien gleicher Nordlichthäufigkeit, die Isochasmen, sind dem Gürtel nahezu parallel. Da nun der magnetische Nordpol diesseits der Nordgrenze von Amerika liegt und da der Gürtel noch tief unter ihm nach Süden abgebogen ist, so folgt, daß die Union von Linien hoher Nordlichthäufigkeit durchzogen ist, wodurch sich z. B. die merkwürdige Erscheinung erklärt, daß in New-

york ebenso viele Nordlichter gesehen werden als in dem 20 Grade nördlicher liegenden Petersburg.

Dieser Gürtel hat außer der größten Häufigkeit, oder besser gesagt der Unaufhörlichkeit der Nordlichter, noch andere interessante Eigenschaften. Während nördlich und südlich von ihm die Nordlichter gleichzeitig mit plötzlichen Magnetnadelzuckungen, den sogenannten Perturbationen, auftreten, sind in dem Gürtel selbst die Störungen fast unmerklich. Nördlich vom Gürtel haben diese Perturbationen einen entgegengesetzten Charakter wie südlich. Während südlich vom Gürtel die Nordlichter am nördlichen Himmel stehen, entwickeln sie sich für einen Beobachter nördlich vom Gürtel z. B. in Island und Grönland am südlichen Himmel. Während für südliche Beobachter die Nordlichtstrahlen oben einen rothen und unten einen grünen Saum haben, ist die Lage der Farbensäume z. B. auf Franz-Josephs-Land nördlich vom Gürtel immer die umgekehrte, oben grün, unten roth.

Die Nordlichtgestaltungen Weyprechts sind nun folgende: 1. der Nordlichtbogen. Wie der Regenbogen gestaltet, jedoch ohne Farben, erhebt sich von zwei Stellen des Horizontes ein breiter Lichtbogen gegen den Zenith hin; unter dem Bogen ist der Himmel fast schwarz, über ihm verschwimmt das Bogenlicht allmälig in das Sternenhell oder Nebelgrau. In der Nähe des Nordlichtgürtels sieht man den Bogen unaufhörlich, aber meist schwach leuchtend, und zwar nördlich vom Gürtel am südlichen Himmel, südlich vom Gürtel am nördlichen Horizont. Bei starken Erscheinungen wird der Bogen heller und heller, aber auch breiter und höher, so daß er fast die Größe des Regenbogens erreicht; es entwickeln sich jedoch keine Farben, sondern das Licht bleibt stets weiß, mit einem Stich ins Grüne oder Gelbe; auch hat es nicht die gleichmäßige Ruhe des Regenbogenlichtes, sondern das Nordlicht wogt unaufhörlich der Breite und Länge des Bogens entlang, mit einem steten Wechsel der Intensität, woraus sich ergibt, daß Abbildungen nur eine sehr mangelhafte Vorstellung des herrlichen Phänomens erzeugen.

2. Die Nordlichtbänder sind etwa mondbreite, aber sehr lange Lichtgestaltungen von unregelmäßiger Form, mit langen in Falten und Biegungen gekrümmten, in der Atmosphäre treibenden Bändern vergleichbar. Ihr Raum ist entweder mit ungleichmäßig vertheilter Lichtmaterie erfüllt oder besteht aus feinen, dicht aneinander gereihten Streifen, die nicht durch Dunkelheit getrennt, sondern durch Lichtstoff verbunden sind. Ihr Licht ist weiß mit einem Stich ins Grüne, der eine Saum roth, der andre grün. Fortwäh-

rend laufen Lichtwogen der Länge nach durch die Bänder hin, während diese sich bald heben, bald senken, dann verlängern oder verkürzen, sich auch miteinander verschlingen. Wenn das Phänomen der Bänder seinen höchsten Glanz erreicht hat, so schießen aus denselben kurze, breite Strahlen mit blitzartiger Geschwindigkeit gegen den magnetischen Zenith hin, d. i. gegen den Punkt am südlichen Himmel, wohin die frei aufgehängte Magnetnadel mit ihrem aufgerichteten Südpole weist; dort entsteht denn bald darauf die Krone, während nach deren Auflösung auch die Strahlen nach und nach aufhören. Diese Strahlen scheinen den stärksten magnetischen Einfluß zu haben; bei ihrem Aufblitzen entstehen die stärksten Perturbationen, und Nordlichter ohne Strahlen sind kaum mit Nadelzuckungen verbunden.

3. Die Nordlichtfäden sind äußerst feine Lichtstrahlen von gelber Farbe, die fächerartig am Himmel, durch dunkle Zwischenräume getrennt, aufblitzen und lebhaft flimmern, während sie sich verkürzen und verlängern, verschieben, verstärken und schwächen. Sie entwickeln sich wie die Bänder aus dem Bogenlichte, treten jedoch auch wie diese isolirt oder mit Bändern verbunden auf.

4. Die Nordlichtkrone ist eine Anhäufung weißer Lichtmaterie in der Gegend des magnetischen Zeniths, von unbestimmter wechselnder Gestalt, in der das Licht um und gegen das Centrum hin und herwogt.

5. Der Nordlichtdunst ist eine rothviolette, unklare und formenunbestimmte Anhäufung von nebelartigem Licht; er tritt an niederen Stellen des Firmamentes, jedoch auch auf Berggipfeln und Wolken auf.

§ 19. Die Perioden des Nordlichtes. — Nicht der ewige Lichtring im Nordlichtgürtel mit seiner schwachen Helligkeit, noch auch der sporadische Nordlichtdunst kommen bei den Perioden in Betracht, sondern die großen Erscheinungen, Bogen mit Bändern, Fäden und Krone, die oft bis in den äußersten Süden Europas, ja sogar wenn auch nur sehr selten bis in die tropische Zone sichtbar sind, aber auch natürlich jede größere weithin sichtbare Einzelerscheinung. Von diesen vermuthete zuerst Mairan (1733) eine Beziehung zu den Sonnenflecken, indem er bemerkt: „Depuis cinq à six ans que les aurores boréales sont devenues si fréquentes, les taches du soleil l'ont été aussi beaucoup." Auch von einer wahrscheinlichen Periodicität des Nordlichtes sprachen manche Forscher, jedoch völlig aufgedeckt, durchgeführt und mit der der Sonnenflecken verglichen wurde sie erst seit 1862 von dem Professor am Eidge-

nössischen Polytechnikum in Zürich, Hermann Fritz aus Bingen, den wir in Hessen und Rheinland demnach mit Stolz unsern speciellen Landsmann nennen dürfen. Er fand:

1. Das Nordlicht hat dieselbe kleine Periode von durchschnittlich $11^1/_9$ Jahren wie die Sonnenflecken, und die Maximalzeiten und Minimalzeiten der Nordlichter fallen fast genau auf die Maximal- und Minimaljahre der Sonnenflecken. Für Amerika hat bald nach Fritz der angesehene Meteorologe Loomis dieselben Gesetze dargethan. Am deutlichsten zeigen dies folgende 4 Doppelreihen, in denen immer die obere Zeile die Maximal- oder Minimaljahre der Sonnenflecken angiebt, die untere die Maximal- oder Minimaljahre des Nordlichtes für die ganze Erde im Durchschnitt.

Maximaljahre des 18. Jahrhunderts.

Sonnenflecken: 1705, 1718, 1727, 1738, 1750, 1761, 1769, 1778, 1789.
Nordlicht: 1705, 1719, 1730, 1739, 1748, 1760, 1772, 1778, 1788.

Minimaljahre des 18. Jahrhunderts.

Sonnenflecken: 1712, 1723, 1734, 1745, 1755, 1766, 1775, 1784, 1798.
Nordlicht: 1712, 1723, 1734, 1744, 1755, 1766, 1775, 1783, 1799.

Maximaljahre des 19. Jahrhunderts.

Sonnenflecken: 1804, 1816, 1829, 1837, 1848, 1860, 1870.
Nordlicht: 1804, 1818, 1829, 1840, 1850, 1860, 1871.

Minimaljahre des 19. Jahrhunderts.

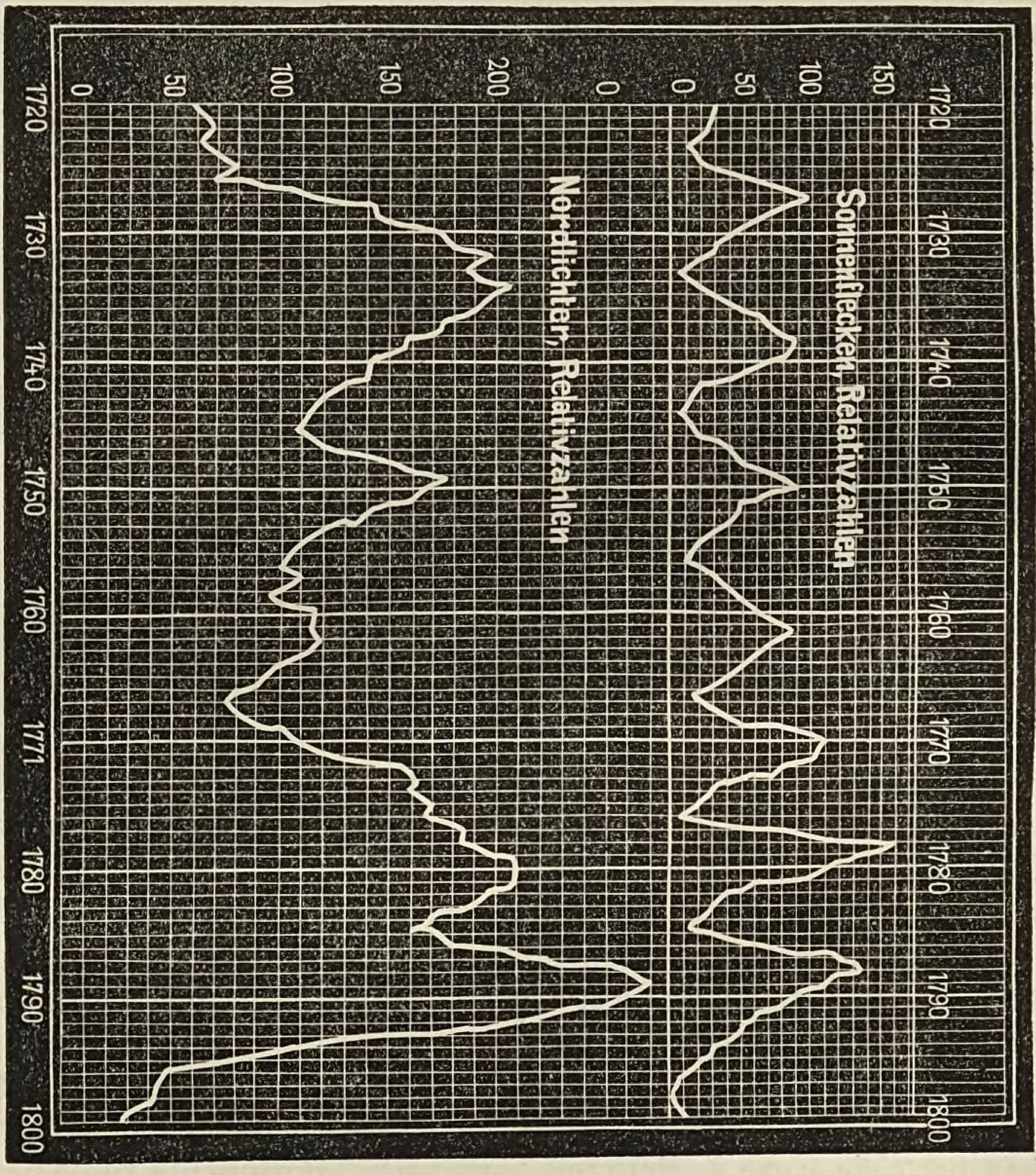
Sonnenflecken: 1810, 1823, 1833, 1843, 1856, 1867, 1878.
Nordlicht: 1810, 1822, 1834, 1843, 1856, 1865. —

Die Zahl der jährlich beobachteten Nordlichter nimmt also wie die der Sonnenflecken durchschnittlich etwa $5^1/_2$ Jahre lang ab und dann wieder $5^1/_2$ Jahre lang zu, erreicht also alle $11^1/_9$ Jahre ein Maximum und in der Zwischenzeit ein Minimum. Auch hier sind wie bei den Sonnenflecken die wirklichen Perioden nicht genau gleich $11^1/_9$ Jahren, sondern gehen bis zu 8 Jahren herab und über 12 Jahre hinauf; auch hier liegt das Minimum meist nicht genau in der Mitte zwischen zwei Maximis.

2. Das Nordlicht hat eine große Periode von 55 bis 56 Jahren; alle 55 Jahre findet ein Hauptmaximum statt. Fritz hat diese große Periode fast durch zwei Jahrtausende rückwärts nachgewiesen, da während der Hauptmaxima die colossalen Phänomene auftraten, die im Alterthum wie im Mittelalter die Völker in Furcht und Schrecken versetzten und daher durch Historiker und Chronisten aufgezeichnet wurden. Allerdings ist es leicht denkbar, daß nicht alle großen Erscheinungen aufgezeichnet wurden, wenn es nämlich an Interesse oder Schriftstellern fehlte; auch müssen nicht zu

allen Haupt-Maximalzeiten die Phänomene von colossaler Art sein; wenn sie nur zahlreich sind und über das Mittel hinausgehen, so reicht dies schon für ein Hauptmaximum aus. Demgemäß ist es wohl erklärlich, daß nicht für alle großen Perioden Hauptmaxima der Nordlichter aufgezeichnet sind; aber durchschnittlich ist für zwei Jahrtausende die große Periode von 55 Jahren gültig, und die historisch

Fig. 2.



aufbewahrten großen Phänomene fallen durchgängig auf die Hauptmaximalzeiten.

Am deutlichsten erkennt man die großen Perioden, wie auch die kleinen, wenn man die Zahl der jährlichen Nordlichttage im Laufe eines Jahrhunderts durch eine steigende und fallende Linie oder Curve darstellt. Man zieht zu dem Ende eine wagrechte Grade

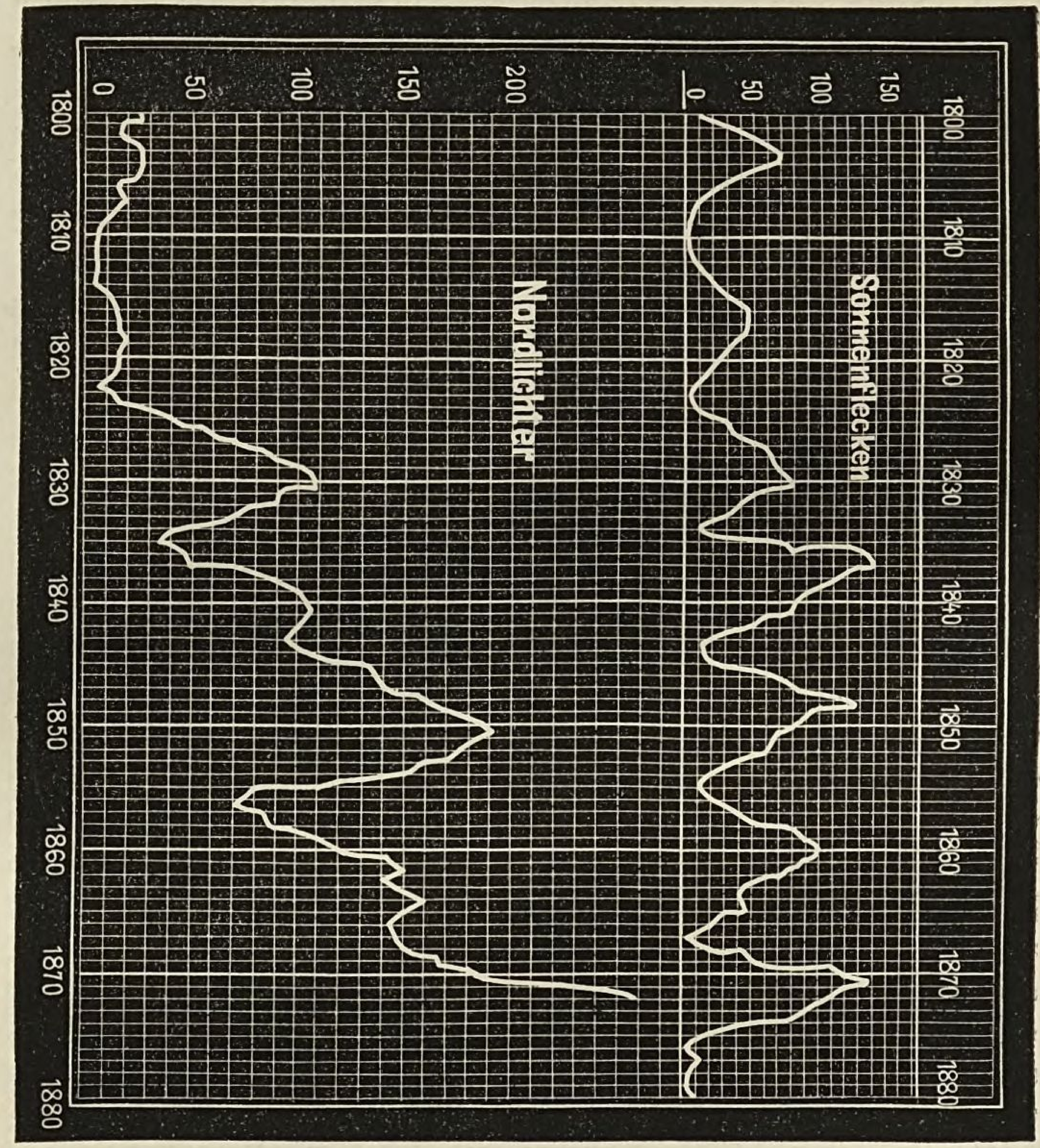
(Fig. 2), errichtet auf derselben in gleichen Abständen hundert senkrechte Grade; dann gibt man jeder Senkrechten eine solche Länge, daß die Strecken sich verhalten wie die Zahlen der Nordlichttage der aufeinanderfolgenden Jahre; verbindet man die Endpunkte dieser Strecken, so erhält man eine graphische Darstellung der Häufigkeit des Nordlichtes. So ist der obere Theil von Fig. 2 eine graphische Darstellung der Relativzahlen der Sonnenflecken des 18. Jahrhunderts, und direct darunter, mit den Jahreszahlen zusammen passend, die graphische Darstellung der Relativzahlen des Nordlichtes für Europa. Aus den Figuren sieht man zunächst die durchschnittlich 11jährige kleine Periode beider Erscheinungen. Aus dem oberen Theile sieht man außerdem die zwei Hauptmaxima der Sonnenflecken, das Hauptmaximum zweiter Klasse 1727 und das viel höhere Hauptmaximum erster Klasse für 1778. Das Hauptmaximum zweiter Klasse tritt nicht sehr deutlich heraus, weil die viel kleineren Maxima vor 1727 nicht mehr in die Figur aufgenommen werden konnten und weil die folgenden Maxima (siehe § 17) 85, 83, 86 sich nicht viel von dem Hauptmaximum zweiter Klasse 90 unterscheiden; um so deutlicher tritt aber das Hauptmaximum erster Klasse 154 um 1778 hervor.

Wenn bei der graphischen Darstellung der Sonnenflecken die Verschiedenheit der Maxima weniger deutlich ist als durch die Zahlen (§ 17), so springt dagegen bei den Nordlichtern dieser Unterschied in der graphischen Darstellung um so deutlicher ins Auge, wie ein Blick auf den untern Theil der Figur lehrt; der untere Theil der Figur zeigt uns ein Hauptmaximum zweiter Klasse 1733, und ein besonders bedeutendes Hauptmaximum erster Klasse 1788. Dieselben liegen allerdings wie die Hauptmaxima der Sonnenflecken um 55 Jahre auseinander, aber die Hauptmaxima der Nordlichter fallen nicht auf dieselben Jahre wie die Hauptmaxima der Sonnenflecken, sondern etwa eine kleine Periode später. Indessen fallen sie doch noch mit großen Maximis der Sonnenflecken zusammen; das Maximum der Sonnenflecken 1788 ist nicht viel kleiner als das Hauptmaximum erster Klasse 1778, wie leicht aus Fig. 2 zu ersehen ist; ähnlich ist es mit dem Hauptmaximum zweiter Klasse. Woher diese Verspätung der Nordlichter rührt, die sich auch bei den Einzelmaximis geltend machen, ist noch nicht zu allseitiger Uebereinstimmung festgestellt (Näheres § 50. 1).

Die größte Ueberschwemmung des 18. Jahrhunderts, die von 1784, in Mainz 6,60 m, fällt weder auf das Hauptmaximum der Sonnenflecken 1778, noch auf das der Nordlichter 1788, son-

dern fast in die Mitte dieses Zeitraumes, und zwar, wie die Fig. 2. zeigt, dahin, wo beide Erscheinungen nach einem großen Maximum ein tiefes Minimum haben. Aehnliches erlebten wir im 19. Jahrhundert; das Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken fand 1837, das der Nordlichter 1850 statt; die größte Ueberschwemmung fiel fast in die Mitte 1845, ebenfalls wo beide Erscheinungen

Fig. 3.



ein Minimum hatten, wie aus Fig. 3 zu ersehen ist. Auch die Hauptmaxima zweiter Klasse im 18. Jahrhundert verhalten sich ähnlich zu den Hochwassern damaliger Zeit. Das Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken war 1727, das der Nordlichter 1733; entsprechend der Geringfügigkeit des Hauptmaximums der Sonnenflecken wird aus jener Zeit nichts von allgemeinen, hohen

Ueberschwemmungen des Rheingebietes berichtet; wohl aber gab es kleine Hochwasser, 1730 und 1732 in Frankfurt, dann erst wieder 1740, 1741 und 1744. Die Ueberschwemmungen treten also nach den Hauptmaximis der Sonnenflecken und Nordlichter ein und fallen auf die Zeit der Minima, die den Hauptmaximis nachfolgen. Dies ist von Bedeutung für das Verständniß der neuesten Hochwasser.

Für unser Jahrhundert sind die bis jetzt bekannten Maxima der Sonnenflecken und Nordlichter in Fig. 3 dargestellt; aus derselben sind zunächst wieder die kleinen Perioden und ihr Zusammenfallen für beide Phänomene ersichtlich; sodann das Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken 1837 und das der Nordlichter 1850. Die Figur läßt deutlich erkennen, daß das Hauptmaximum der Sonnenflecken weit entschiedener über seine Nachbarn sich erhebt als das entsprechende des 18. Jahrhunderts, wie auch seine Relativzahl (138) diejenige des letzteren (nur 90) ganz bedeutend überragt, was der großen Ueberschwemmung von 1845, die eine Höhe von 5,70m erreichte, und der Geringfügigkeit der Ueberschwemmungen von 1730 bis 1740 völlig entspricht. Sodann ist aus dem weiteren Verfolgen der Figur zu erkennen, wie bedeutend das Anwachsen der Maxima gegen unsere Zeit hin ist; das Maximum der Sonnenflecken vom Jahre 1870 geht über das Hauptmaximum zweiter Klasse vom Jahre 1837 hinaus; aber das Nebenmaximum der Nordlichter für 1870 erhebt sich sogar über das Hauptmaximum erster Klasse des 18. Jahrhunderts. Dürfen wir uns verwundern, daß in der ausnahmsweise langen Minimalzeit, die diesen hohen Maximis folgte, so zahlreiche und hohe Ueberschwemmungen stattfanden, und dürfen wir zögern, da diese Minimalzeit noch fortdauert, den Mahnruf zur Vorsicht auch hier zu erheben?

Fritz schließt aus den alten Nordlichterscheinungen außer der Periode von 55 Jahren noch eine dritte größere Periode von 220 Jahren = 2.110 = 4.55 Jahren, in welcher die Nordlichterscheinungen noch zahlreicher und mächtiger auftreten, als nach je 55 Jahren. In den Ueberschwemmungen ist diese größte Periode unverkennbar vorhanden; man vergleiche nur die Jahre der größten Ueberschwemmungen 1784, 1573, 1342, 1119—24, 886, 674 so wird man diese Periode leicht zugeben; allein unsere halb so große Periode von 110 Jahren ist ebenfalls unzweifelhaft giltig, obwohl sie die Ausnahme des 17. Jahrhunderts ertragen muß; die eben angeführten Zahlen gehören nämlich auch der Periode 110 an; die großen Ueberschwemmungen von 1234, 987—89 und 784 sprechen

für sie, und das 19. Jahrhundert läßt sich wahrlich nicht so an, daß es die Periode von 220 Jahren bestätigt, sondern vielmehr die von 110 Jahren; selbst wenn wir das Jahr 1882 als Mittel unserer Ueberschwemmungszeit annehmen, so erhalten wir die hinreichend befriedigende 110—112 jährige Reihe: 674, 784, 886, 987—89, 1119—24, 1234, 1342, 1453, 1573, 1784, 1882. In dieser Reihe ist nur 1453 ein Mitteljahr früherer oder späterer Ueberschwemmungen, auf alle anderen Jahreszahlen fallen colossale oder sehr große Hochwasser, während dieselben zu anderen Zeiten nicht vorkommen, oder höchstens in geringerer Zahl oder Höhe zur Zeit der Hauptmaxima zweiter Klasse. Genauer als diese Reihe treffen auch die Maxima und Haupmaxima der Sonnenflecken und Nordlichter nicht zu.

Daß in der Reihe das 17. Jahrhundert fehlt, stört allerdings die 110jährige Periode, aber nicht zum Nachtheil, sondern zur Bestätigung der Theorie, da um die Zeit von 1674 auch die Nordlichter und daher wohl auch die Sonnenflecken fast fehlten. An diesem Ausnahmestand des 17. Jahrhunderts nehmen indessen alle Jahrhunderte mit ungerader Säcularnummer (im vorigen Jahrtausend mit gerader Säcularnummer) mehr oder weniger Antheil. Wie in diesen Jahrhunderten die Sonnenflecken- und Nordlichtermaxima schwächer ausfallen, so sind auch die Hochwasser an Höhe und Zahl geringer, fallen weniger nahe an die theoretisch berechneten Jahre, und zeigen meist in einem Viertel der Periode völlige Umkehrung oder Mischung der Erscheinungen, was alles aus dem dritten Abschnitte erhellen wird. Hierdurch wird die 220jährige Periode der Nordlichter hervorgehoben.

Der Ausnahmestand unseres Jahrhunderts begann erst 1876. Nach dem regelmäßigen Verlaufe hätte von da an die Sonnenfleckenthätigkeit sich erheben und 1881 zu einem hohen Maximum anschwellen sollen; statt dessen sank sie noch mehr und erhob sich erst 1882 zu einem winzigen Maximum, so daß wir noch jetzt eigentlich in einem Minimum der Sonnenflecken stehen. Diese lange Minimalzeit nach dem Hochmaximum von 1870 hat die nasse Zeit, die kühlen Sommer seit 1876 veranlaßt, sowie die immer steigenden Ueberschwemmungen, so daß wir uns in der seltsamsten Ausnahme befinden, in einer Maximalzeit der Ueberschwemmungen während einer Minimalzeit der Sonnenflecken und Nordlichter.

§ 20. Der Erdmagnetismus. — Bekanntlich wird in der Physik auch die Erde als ein Magnet aufgefaßt, weil sie den Mag-

netnadeln eine bestimmte Lage aufzwingt und lange, aufrechte Eisenstäbe in Magnete umwandelt. Allerdings weicht sie in manchen Beziehungen von einem Stahlmagnetstab ab. Sie zieht nicht wie dieser das Eisen an und hält es fest, daß es an ihr haftet, und sie hat keine Indifferenzzone. Der erste Mangel erklärt sich jedoch aus der großen Entfernung ihrer Pole von den Eisenstäben. Ein gewöhnlicher Magnetstab zieht z. B. mit seinem Nordpole den Südmagnetismus eines Eisenstücks in das genäherte Ende desselben und stößt dessen Nordmagnetismus in das abgewandte Ende; da nun das zugewandte Ende dem Nordpole viel näher ist, so ist die Anziehung viel stärker als die Abstoßung, und das Eisenstück wird angezogen. Der magnetische Nordpol der Erde dagegen, welcher im äußersten Norden von Nordamerika auf der Halbinsel Boothia Felix liegt, ist von dem einen Ende jedes Eisenstücks auf der Erde ebenso weit entfernt als von dem anderen, zieht also das eine Ende ebenso stark an, als er das andere abstößt, wodurch diese beiden Wirkungen sich aufheben; hierdurch ist erklärlich, warum der Magnet Erde kein Eisen anzieht, wohl aber, daß er auf einen Stahlmagnet z. B. auf eine Magnetnadel eine Richtkraft ausübt; denn ist ein solcher um seine Mitte drehbar aufgehängt, so wird sein Nordpol von dem der Erde, da dieser eigentlich ein Südpol ist, angezogen und sein Südpol abgestoßen; zwei entgegengesetzte Kräfte aber, die auf einen drehbar aufgehängten Körper wirken, ertheilen demselben eine bestimmte Lage. Auch eine Indifferenzzone hat der Magnet Erde eigentlich nicht, da er nirgendswo eine völlig wirkungslose Stelle besitzt; indessen etwas ähnliches ist doch unverkennbar vorhanden, da in der Gegend des Aequators die magnetische Kraft der Erde etwa 3mal so schwach ist als an den magnetischen Erdpolen. Diese fallen nicht mit den geographischen Polen zusammen, sondern der magnetische Nordpol der Erde, der eigentlich Südpol heißen müßte, liegt 20° vom geographischen Nordpole der Erde entfernt, und der magnetische Südpol der Erde, der eigentlich Nordpol heißen müßte, liegt 16° von dem geographischen Südpole nach Neuholland zu entfernt, bei den Vulkanen Erebus und Terror auf dem Südpolarlande.

Die Kraft oder Intensität des Erdmagnetismus läßt sich berechnen aus der Horizontalintensität desselben, d. i. aus der Componente des Erdmagnetismus, welche eine horizontal drehbar aufgehängte Magnetnadel in ihre natürliche Lage zurückführt. Und diese Horizontalintensität kann aus der Anzahl der Schwingungen gefunden werden, die eine solche Nadel unter dem Einflusse der Erde und eines nahen Magnetstabes ausführt, wenn

sie um einen bestimmten Winkel aus ihrer natürlichen oder meridianalen Lage gebracht wird. Außer dieser Kraft des Erdmagnetismus beobachtet man an einer Magnetnadel noch zwei Größen, an denen die kleinen und großen Perioden hervortreten, nämlich die Declination und die Inclination.

Die magnetische Declination ist der Winkel, den eine frei aufgehängte Magnetnadel mit dem geographischen Meridian bildet. Eine solche Nadel zeigt nämlich nicht, wie man sich häufig vorstellt, ganz genau mit ihrem Nordpole nach Norden, sondern mehr nach dem magnetischen Nordpole zu, also nach Nordwesten; sie weicht also von der Nordrichtung oder dem Meridiane ab, eine Abweichung, die man eben Declination nennt. So beträgt die Declination in unserer Zeit in unserer Gegend 15° westlich d. h. der Nordpol der Nadel weicht um 15° nach Westen vom Meridian ab. Nach Westen zu wird die Declination größer, beträgt z. B. in Paris 18°, nach Osten zu wird sie kleiner, beträgt z. B. in München 12° und in Moskau nur 0°, so daß in dieser Gegend die Nadeln jetzt genau nordsüdlich stehen. Nach Norden und Süden zu bleibt die Declination ungefähr dieselbe, so ist sie in Kassel und Kopenhagen wie bei uns 15° westlich, ebenso in Basel und Turin. Die Declination ist also vielfach zu derselben Zeit an verschiedenen Orten verschieden. Dasselbe gilt für die Inclination, d. i. den Winkel, welchen eine völlig frei aufgehängte Magnetnadel mit einer wagrechten Ebene einschließt; da dieselbe für unsere Betrachtungen kein Interesse hat, so möge ihre Erwähnung genügen.

Wenn man nun mit einem genauen Apparat die Declination näher verfolgt, so findet man, daß sie auch an demselben Orte durchaus nicht immer ihre Größe behält, sondern sowohl regelmäßige als auch unregelmäßige oder plötzliche Aenderungen erleidet. Die regelmäßigen Aenderungen nennt man Variationen, die unregelmäßigen oder plötzlichen Aenderungen aber Störungen oder Perturbationen. Die Variationen zerfallen in tägliche, monatliche, jährliche und säculare Variationen. Die tägliche Variation besteht in mittleren Breiten darin, daß die Declination etwa morgens um 8 Uhr am kleinsten und nachmittags etwa um 2 Uhr am größten ist; doch ist diese tägliche Schwankung der Declination nicht von bedeutender Größe, beträgt meist nur eine geringe Anzahl von Minuten. Da die lunare und die jährliche Variation für uns kein Interesse haben, so gehen wir zu den säcularen Variationen über. Die säculare Variation besteht darin, daß die Declination im Laufe von Jahrhunderten ihre Größe bedeutend ändert, ja sogar ihren Sinn

umkehrt, indem sie z. B. bei uns östlich statt westlich wird. So war gegen Ende des 17. Jahrhunderts die Declination in unserer Gegend $= 0^0$, stieg dann etwa 150 Jahre, bis sie im Anfange unseres Jahrhunderts den höchsten Betrag von $22 \frac{1}{2}^0$ westlich erreichte; seitdem nimmt sie wieder ab; wenn sie in gleicher Weise abnimmt, wie sie im vorigen Jahrhundert zunahm, so wird sie nach 150 Jahren wieder 0^0, dann nach 150 Jahren $22 \frac{1}{2}^0$ östlich und nach abermals 150 Jahren wieder 0^0. Demnach beschreibt dann die Magnetnadel in etwa 600 Jahren eine Schwingung von 45^0. Hiernach scheinen also die Grundzahlen der kleinen Perioden 5 und 11 auch die Factoren der großen Perioden zu sein, da $5.11.11$ nahezu $= 600$ ist. Nach neueren amerikanischen Forschungen scheint dort die Periode $5.5.11 = 275$ Jahre zu gelten.

Die Perturbationen bestehen darin, daß häufig die meisten Magnetnadeln plötzlich ihre Declination vergrößern oder verkleinern und erst nach einer größeren Zahl von Schwingungen wieder zur Ruhe gelangen; diese magnetischen Stürme finden gleichzeitig mit den magnetischen Gewittern oder Nordlichtern statt, die ein lebhaftes Strahlenschießen entwickeln; die Zuckungen der Nadel gehen dem Polarlichte meistens voraus, zeigen also das Eintreten des Phänomens an. Indessen gibt es auch Nordlichter, die ohne Magnetnadelstörungen verlaufen; umgekehrt kommen Perturbationen der Nadeln auch in Zeiten ohne Nordlicht vor.

§ 21. Die Perioden des Erdmagnetismus. — Die kleine 11jährige Periode ist hauptsächlich in drei Erscheinungen des Erdmagnetismus nachgewiesen: in der täglichen Variation der Declination, in der Horizontalintensität des Erdmagnetismus und in den Störungen oder Perturbationen. In dem Jahre, wo ein Maximum der Sonnenflecken und Nordlichter stattfindet, zeigen auch die Magnetnadeln die meisten Zuckungen und ist die tägliche Variation am größten, und in dem Jahre, wo am wenigsten Sonnenflecken und Nordlichter zu beobachten sind, werden auch die wenigsten Zuckungen der Magnetnadel wahrgenommen und ist die tägliche Variation am kleinsten. Aehnliches gilt auch für die Horizontalintensität. So betrug in München im Jahre 1843, einem Minimaljahre der Sonnenflecken und Nordlichter, die tägliche Variation kaum 7′, in dem folgenden Maximaljahre 1848 dagegen 11,2′; ebenso betrug die Intensität der Störungen, wenn das Mittel derselben = 1 gesetzt wird, in dem Minimaljahr nur 0,5, im Maximaljahr aber 1,5. Die Perioden der erdmagnetischen Erscheinungen bieten ein interessantes Kapitel in der Geschichte der Wissenschaft; sie zeigen, wie

es oft vorkommt, daß verschiedene Forscher unbewußt gleichzeitig auf verschiedenen Wegen nach demselben Ziele hinarbeiten.

Während Schwabe um 1850 die Ergebnisse seiner vieljährigen, ungemein fleißigen Sonnenfleckenbeobachtungen zusammenfaßte und daraus die kleine Periode der Sonnenflecken fand, brachten 1852 mehrere Forscher die Perioden der erdmagnetischen Erscheinungen zu Tage, Lamont für die Horizontalintensität und die tägliche Variation, Wolf und Gauthier ebenfalls für die tägliche Variation und Sabine für die Störungen. Während Sabine sich hiermit beschäftigte, kamen ihm zufällig die Aushängebogen von Humboldts Kosmos, 3. Band zu Gesichte, wobei er dieselbe Periode für die Sonnenflecken und das Zusammentreffen der Maximalzeiten erkannte, und der wissenschaftlichen Welt zu staunender Freude verkündigte. Zehn Jahre später folgte Fritz mit dem Beginne seiner unausgesetzten Arbeiten über das Nordlicht. Aus der Jugend dieser Entdeckungen ergiebt sich, daß man das Zusammentreffen noch nicht als Naturgesetz betrachten darf; am nächsten kommen der Gesetzlichkeit die kleinen Perioden von 11 Jahren, obwohl dieselben nur als Durchschnittswerthe auftreten. Auch die große Periode von 220 Jahren scheint der Gesetzlichkeit nahe zu kommen, da sie in den Nordlichtern durch Jahrtausende verfolgt wurde und da in den Riesenüberschwemmungen die Zahlen 1784, 1573, 1342, 1124, 886, 674 fast aufs Jahr stimmen.

Am meisten abzuweichen von der gesetzlichen Gleichheit scheint die Periode von 55 Jahren; zwar ist für die Nordlichter ihre durchschnittliche Geltung auf einen Zeitraum von mehr als 2000 Jahren nachgewiesen und zwar nach mehreren verschiedenen Methoden, so daß ein Zweifel an ihrer Existenz nicht bestehen kann; aber die einzelnen Perioden weichen stark von dem Durchschnittswerth ab; so liegen zwischen den zwei Hauptmaximis der Sonnenflecken von 1727 und 1778 nur 51 Jahre, während zwischen den zwei folgenden Hauptmaximis 1778 und 1837 sogar 59 Jahre liegen. Interessant ist aber, zu ersehen, daß das Mittel dieser zwei Zahlen 51 und 59 sofort wieder 55 gibt. In ähnlicher Weise trifft die 55jährige Periode auch für die Ueberschwemmungen ein, wie der dritte Abschnitt mit Sicherheit darthun wird.

Von den erdmagnetischen Erscheinungen folgt die tägliche Variation nach ihrer jährlichen Zu- und Abnahme in der kleinen und daher auch wohl in den großen Perioden den analogen Erscheinungen der Sonnenflecken. Die Uebereinstimmung ist so genau, daß man aus der Zahl der Sonnenflecken eines Jahres die mittlere

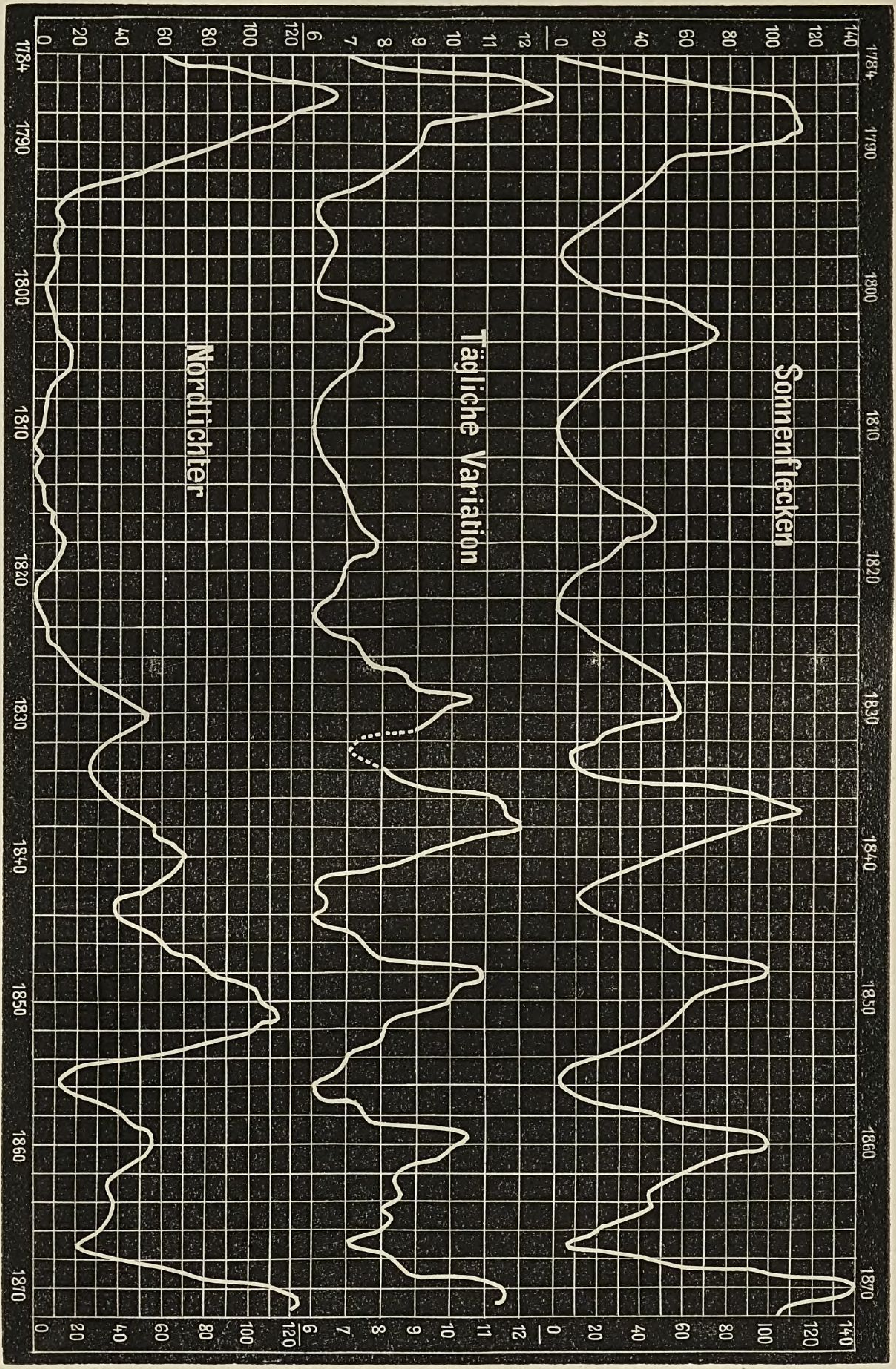
Größe der täglichen Variation dieses Jahres auf Zehntelsecunden genau berechnen kann; umgekehrt bestimmt man den Tag des Maximums der Sonnenflecken eines Jahres durch den der täglichen Variation. Dieses Zusammentreffen tritt am deutlichsten aus der graphischen Darstellung der Erscheinungen (Fig. 4) hervor. Die oberste der drei Curven ist die der Sonnenflecken. Rechts und links stehen die Wolf'schen Relativzahlen, unten und oben die Jahreszahlen. Die mittlere Curve stellt den Verlauf der täglichen Variation von 1784 bis 1880 dar; die Zahlen links und rechts sind die Minuten, die den Betrag des Jahresmittels der täglichen Variation angeben. Deutlich springt die Aehnlichkeit der zwei Curven ins Auge. Die Maxima der täglichen Variation fallen auf die Jahre

1787, 1803, 1818, 1829, 1838, 1848, 1859, 1871,

also fast auf dieselben Jahre wie die Maxima der Sonnenflecken; selbst kleine Ausbiegungen der einen Curve treten auch an der anderen hervor. Weniger ähnlich ist die Curve der Nordlichter; dieselbe macht den Eindruck, als ob die Nordlichter alle Aenderungen der Sonnenflecken in übertreibender Karrikatur nachahmen; wo die Sonnenflecken das größte Maximum haben, da zeigen die Nordlichter ein noch höheres; wo bei den Sonnenflecken wie von 1800 bis 1830 die Unterschiede zwischen Maximis und Minimis gering sind, da ist bei den Nordlichtern fast kaum mehr ein Unterschied zu bemerken. Dabei kommen die Nordlichter immer zu spät, und die Verspätung steigert sich mit der Größe der Perioden. Wenn ein Sonnenfleck von besonderer Größe auftaucht, so kommt ein großes Nordlicht einige Tage später. Die Maxima der 11jährigen Perioden kommen bei den Nordlichtern öfter 1 bis 2 Jahre später als bei den Sonnenflecken; so ist 1804 ein Maximum der Sonnenflecken, 1805 ein solches der Nordlichter; ebenso gehören 1816 und 1818 zusammen; in den Jahren 1830 und 1860 fallen beiderlei Maxima in ein Jahr; dagegen folgt wieder dem Maximum der Sonnenflecken von 1870 erst 1871 ein solches der Nordlichter. Noch größer ist, wie schon erwähnt, der Unterschied der Hauptmaxima, was besonders deutlich auch aus Fig. 4 ersichtlich ist. Diese Verspätung, die wir bei den Nordlichtern beobachten, tritt bei den anderen erdmagnetischen Erscheinungen viel weniger hervor; so weichen die Zeiten der Maxima der täglichen Variation nur wenig von den Maximalzeiten der Sonnenflecken ab, liegen nur ganz wenig später als diese.

Die Maxima der Sonnenflecken treten also am frühesten ein, dann folgen die der täglichen Variation; zwischen diesen und den Nordlichtmaximis liegen die Maxima der Ueberschwemmungen. Hier-

Fig. 4.


Sonnenflecken
Tägliche Variation
Nordlichter
1784
1790
1800
1810
1820
1830
1840
1850
1860
1870

nach könnte man mit einiger Sicherheit vermuthen, daß die Sonnenflecken das Primäre, die Ursache der Erscheinungen seien, und für die Ueberschwemmungen werden wir im vierten Abschnitte nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft versuchen, ihre Entstehung aus den Sonnenflecken abzuleiten. Woher die Periodicität der Sonnenflecken rührt, ist noch unbekannt; Manche denken zu ihrer Erklärung an bestimmte Stellungen der Planeten oder Fixsterne zueinander; dann wären die Sonnenflecken und mit ihnen die Nordlichter, die erdmagnetischen Erscheinungen, die Ueberschwemmungen wesentlich kosmischen Ursachen zuzuschreiben; einige von diesen Erscheinungen könnten auch direct, ohne Vermittelung der Sonnenflecken, von kosmischen Kräften herrühren.

III.

Darstellung des Zusammenhanges im Einzelnen und historischer Nachweis desselben.

§ 22. Uebersicht. — Aus dem ersten und zweiten Abschnitt hat sich ergeben: Die höchsten und häufigsten Ueberschwemmungen des Rheingebietes, die Hochwasser erster Klasse, 6 bis 9 m Mainzer Pegelhöhe, finden zur Zeit der Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter statt, also in Perioden von 110 bis 112 Jahren. In der Reihe der Hochwasserjahreszahlen 1784, 1565 u. 1573, 1453, 1342, 1234, 1119—24, 987—989, 886, 784, 674 ist nur 1453 eine Durchschnittszahl früherer und späterer Ueberschwemmungen; die anderen sind dagegen Jahre mit wirklichen höchsten oder hohen Ueberschwemmungen. Da auch 10 bis 20 Jahre vor oder nach den höchsten Ueberschwemmungen noch solche Erscheinungen eintreten, so sind wir wohl berechtigt, die 2 bis 3 Jahrzehnte um ein Hauptmaximum erster Klasse der Nordlichter und Sonnenflecken eine Maximalzeit des Wassers zu nennen.

Wenn zur Zeit der Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter die höchsten Ueberschwemmungen eintreten, so ist es eine einfache und natürliche Folgerung, daß zur Zeit der Hauptmaxima zweiter Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter weniger hohe und weniger zahlreiche Ueberschwemmungen stattfinden. Wie die weitere Betrachtung in diesem Abschnitt ergeben wird, trifft diese Folgerung vollkommen ein: die Hochwasser zweiter Klasse, 5 bis 6 m Mainzer Pegelhöhe, finden zur Zeit der Haupt-

maxima zweiter Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter statt. So lag in unserem Jahrhundert ein Hochwasser zweiter Klasse, 1845 von 5,70 m Mainzer Pegel zwischen dem Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken 1837 und dem Hauptmaximum zweiter Klasse der Nordlichter 1850. Auch im vorigen Jahrhundert fanden 1730—1740 in der Zeit schwacher Hauptmaxima zweiter Klasse der Nordlichter und Sonnenflecken entsprechend mehrere kleinere Ueberschwemmungen statt. Wir sind daher berechtigt, auch die 2 bis 3 Jahrzehnte, die um ein Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter liegen, ebenfalls eine Maximalzeit des Wassers zu nennen. Zur Unterscheidung von der Zeit der höchsten Ueberschwemmungen wollen wir diese als Maximalzeit erster Klasse bezeichnen, womit zugleich angedeutet sein soll, daß sie in die Zeit der Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter fällt. Entsprechend nennen wir die Zeit der Hochwasser zweiter Klasse, die in die Jahrzehnte um ein Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter fällt, eine Maximalzeit zweiter Klasse. Da die Hauptmaxima zweiter Klasse der Nordlichter und Sonnenflecken von den Hauptmaximis erster Klasse um 55 bis 56 Jahre entfernt sind, so liegt auch die Mitte einer Maximalzeit zweiter Klasse des Wassers um 55 bis 56 Jahre vor oder nach der Mitte einer Maximalzeit erster Klasse.

Eine weitere einfache und natürliche Consequenz des Hauptsatzes bezieht sich auf die zwei bis drei Jahrzehnte, die noch zwischen einer Maximalzeit erster und zweiter Klasse liegen; es sind dies die Jahrzehnte mit niedrigen Maximis der Sonnenflecken und Nordlichter. Wenn in den Jahrzehnten mit hohen und höchsten Maximis die Hochwasser zweiter und erster Klasse stattfinden, so werden in den Jahrzehnten mit niedrigen Maximis wohl die kleinsten Ueberschwemmungen eintreten, die Hochwasser dritter Klasse, 3 bis 5 m Mainzer Pegelhöhe; auch werden dieselben seltener stattfinden. In diesen Zeiten dürften folgerichtiger Weise auch die niedrigsten Wasserstände der Flüsse eintreten, welche die Schifffahrt stören; da dies nur bei durchgängigem Regen- und Schneemangel möglich ist, so sind diese Jahrzehnte wohl die des Wassermangels. Wir sind daher gewiß berechtigt, die zwei bis drei Jahrzehnte zwischen den Maximalzeiten erster und zweiter Klasse eine Minimalzeit des Wassers zu nennen; und zwar wollen wir die Minimalzeit, welche auf die Maximalzeit erster Klasse folgt, als eine Minimalzeit erster Klasse bezeichnen und die andere, die auf eine Maximalzeit zweiter Klasse folgt, eine Minimalzeit zweiter Klasse.

Da der Regenmangel im Sommer mit heiterem Himmel verbunden ist, so daß die Sonne ihre wärmende Wirkung ungehindert durch Wolken entwickeln kann, so werden die Minimalzeiten auch die Zeiten heißer, trockener Sommer sein. Im Winter hat der Mangel an Regen und Schnee, also auch von Wolken, eine ungehinderte Wärmeausstrahlung zur Folge; die Minimalzeiten sind daher wohl auch die Zeiten kälter Winter. Diese einfachen Consequenzen treffen durchschnittlich zu.

Eine ganze Periode umfaßt 110 bis 112 Jahre, also jede der vier Maximal- und Minimalzeiten nahezu 28 Jahre. Die Maximalzeit erster Klasse umschließt demnach 14 Jahre vor und nach dem Zeitpunkte, der mitten zwischen dem Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter liegt; dann folgen 28 Jahre der Minimalzeit erster Klasse, 28 Jahre der Maximalzeit zweiter Klasse und schließlich 28 Jahre der Minimalzeit zweiter Klasse. Diese pedantisch genaue Eintheilung kann sich natürlich ebensowenig wie alle Perioden der Sonnenflecken und Nordlichter absolut genau bewähren; jedoch trifft sie überraschend genug durchschnittlich ein, sogar in den Jahrhunderten, die eine Art von Ausnahme bilden.

Wir wissen schon aus dem ersten Abschnitte, daß die Jahrhunderte mit ungerader Säcularnummer in unserem Jahrtausend (im vorigen mit gerader Säcularnummer) eine Art von Ausnahme bilden; in der Maximalzeit erster Klasse fallen die Ueberschwemmungen nicht auf oder nahe an die berechneten Zeiten oder fehlen, wie im 17. Jahrhundert ganz; auch sind die Ueberschwemmungen meist nicht so hoch, entsprechend der geringeren Entwickelung der Nordlichter und Sonnenflecken. In diesen Jahrhunderten tritt manchmal, obwohl sie im Ganzen die 4 Maximal- und Minimalzeiten ebenfalls enthalten, auch in diesen eine Veränderung auf, die sich in verschiedenster Art geltend macht. Auch unser 19. Jahrhundert gehört zu diesen Ausnahmen; bis zum Jahr 1876 verlief es völlig regelmäßig sowohl in den Nordlichtern und Sonnenflecken, als auch in den Ueberschwemmungen, den Maximal- und Minimalzeiten des Wassers. Von hier an ereignete sich in den Sonnenflecken eine unerwartete Aenderung, die sich auch in den Nordlichtern und Wasserverhältnissen äußerte (§ 47 u. 54). Wir dürfen daher für unser Jahrhundert nur bis zum Jahr 1876 einen regelmäßigen Verlauf erwarten.

§ 23. Nachweis der Viertelperioden für unsere Zeit. — Wenn die Theorie des Zusammenhangs der Wasser- und Wetterphänomene nur den geringsten Werth haben soll, so müssen sich ihre sämmtlichen, in § 22 entwickelten Consequenzen für unsere Zeit am

sichersten nachweisen lassen, da wir für diese jedenfalls die vollständigsten und genauesten Nachrichten haben. Wir müssen zuerst nur feststellen, wo unsere Periode von 110 bis 112 Jahren beginnt und endigt, und wo ihre vier Maximal- und Minimalzeiten liegen.

Zu diesem Zwecke dürfen, ja müssen wir das Jahr 1784 als Normaljahr aufstellen; denn dieses Jahr ist durch eine allgemeine Colossalüberschwemmung von 6,60 m Mainzer Pegel ausgezeichnet, es liegt fast mitten zwischen dem Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken 1778 und dem Hauptmaximum erster Klasse der Nordlichter 1788 für unsere Zeit; dieses Jahr ist der Centralpunkt unserer Maximalzeit erster Klasse. Da die Maximalzeit 14 Jahre vor dem Centralpunkt beginnt, so ist 1770 das Anfangsjahr und 1880—82 das Endjahr unserer Periode. Die erste Maximalzeit erstreckt sich von 1770—1798, die erste Minimalzeit von 1798—1826, die zweite Maximalzeit von 1826—1853, die zweite Minimalzeit von 1853—1881. Diese Periode hat ihre große Ueberschwemmung im 18. Jahrhundert, sie ist eine Regelperiode; von 1882 an beginnt die Ausnahmeperiode des 19. Jahrhunderts. Da jedoch die unerwarteten Aenderungen der Sonnenflecken (§ 47) schon 1876 eintraten, so darf die zweite Minimalzeit nur bis 1875 gerechnet werden.

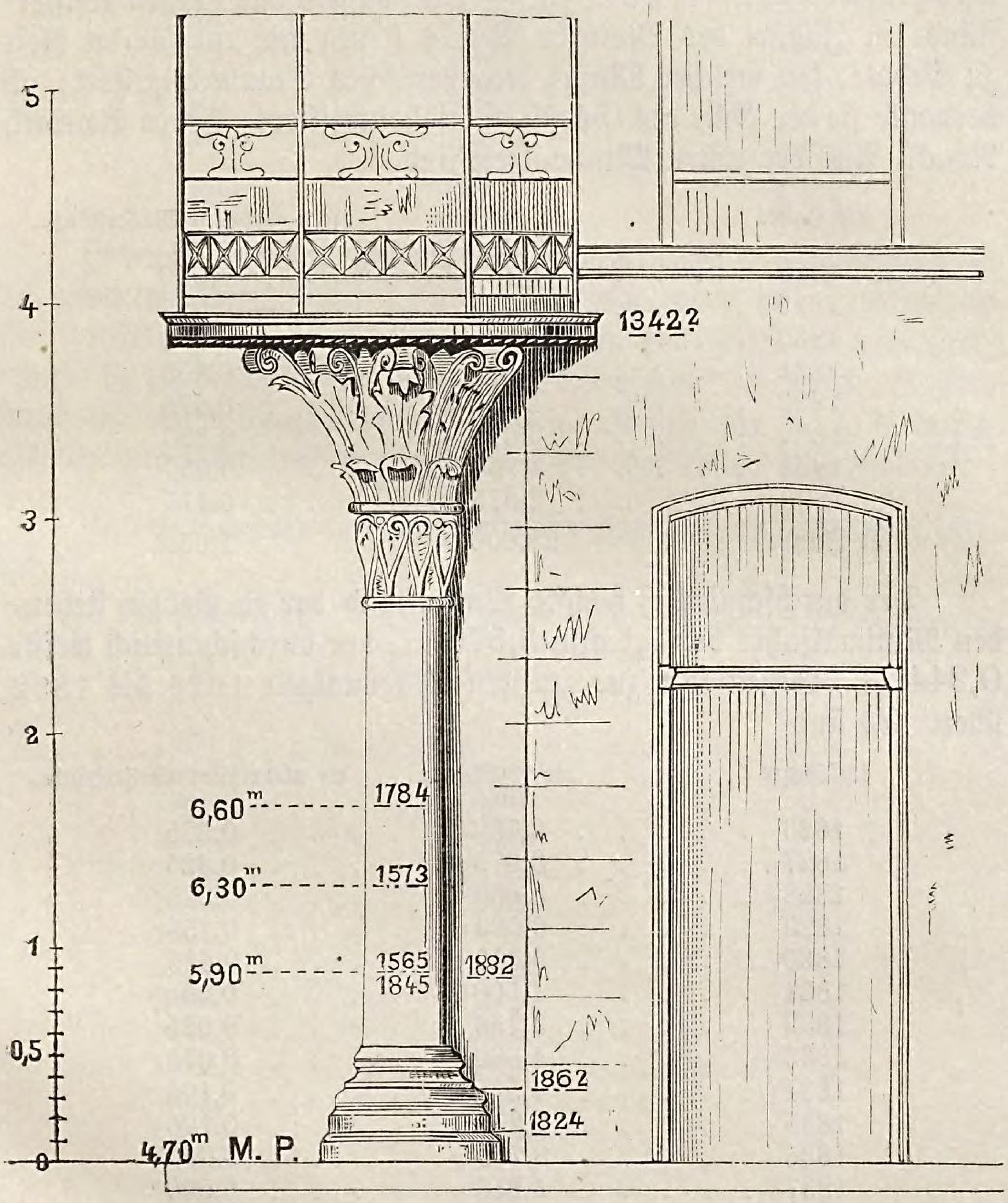
§ 24. a. Nachweis an den absoluten höchsten und niedrigsten Wasserständen. Die allgemeine riesige Ueberschwemmung von 1784 wäre ausreichend, die erste Maximalzeit als solche zu charakterisiren; jedoch fanden auch noch 1771, 1776, 1778, 1785, 1789 und 1799 hohe Ueberschwemmungen statt. Die höchsten und zahlreichsten Ueberschwemmungen fanden in der ersten Maximalzeit 1770 bis 1798 statt. Während die höchste Ueberschwemmung dieser Zeit 6,60 m übersteigt, erreicht die der ersten Minimalzeit im Jahre 1824 nur 4,85 m, die der zweiten Maximalzeit dagegen im Jahre 1845 die bedeutende Höhe von 5,70 m, aber die der zweiten Minimalzeit im Jahre 1862 nur 5,37 m. In der ersten Maximalzeit war ein Hochwasser erster Klasse, in der ersten Minimalzeit ein solches dritter Klasse, in der zweiten Maximalzeit ein bedeutendes Hochwasser zweiter Klasse, in der zweiten Minimalzeit ein schwaches, schnell verlaufendes Hochwasser zweiter Klasse.

Am deutlichsten springt der Unterschied durch Fig. 5 in die Augen, welche die Wasserstandssäule am Hänlein'schen Hause beim Fischthor zu Mainz darstellt. Während die Wasserstände der Minimalzeiten am Sockel bleiben, liegt die Marke des höchsten Standes von 1784 über der Säulenmitte und die der zweiten Maxi-

malzeit 1845 in $^1/_5$ der Höhe. Die höchsten Wasserstände folgen also den Maximal- und Minimalzeiten.

Untersuchen wir nun die niedrigsten Wasserstände; erst von 1816 an sind dieselben in Zahlenangaben aufgezeichnet; in der ersten

Fig. 5.



Minimalzeit war 1819 der tiefste Rheinstand — 0,025 m, d. h. 25 mm unter dem Nullpunkte des Mainzer Pegels; noch niedriger und besonders lang dauernd niedrig waren die Wasserstände 1800 und 1811 (§ 26). Der andere negative Wasserstand, der tiefste Rheinstand seit Menschengedenken, 18 cm unter dem Nullpunkte,

fand 1858 statt; auch 1857 stand der Rhein längere Zeit nahe an dem Nullpunkte des Mainzer Pegels, während in den Maximalzeiten solches nicht vorkommt; auch die tiefsten Wasserstände folgen also den Maximal- und Minimalzeiten.

§ 25. b. Nachweis an den durchschnittlich höchsten und tiefsten Wasserständen. — Die höchsten und tiefsten Wasserstände in Zahlen des Mainzer Pegels stehen mir nur für die Zeit zu Gebote, seit welcher Mainz dem hessischen Staate angehört; ich verdanke sie der Güte des Großh. Kreisbaumeisters, Herrn Baurath Noack. Aus der ersten Minimalzeit sind

im Jahre	die höchsten, m	die niedrigsten Wasserstände. m
1818	3,125	0,050
1819	4,575	— 0,025
1820	3,900	0,200
1821	3,300	0,300
1822	2,250	0,075
1823	3,625	0,325
1824	4,850	0,550
1825	2,975	0,475
8 Jahre	28,600	1,950

Der durchschnittlich höchste Wasserstand der zu Gebote stehenden Minimaljahre beträgt also **3,575** m, der durchschnittlich tiefste **0,244** m. Gehen wir zur zweiten Maximalzeit 1826 bis 1852 über. Es sind

im Jahre	die höchsten, m	die niedrigsten Wasserstände. m
1826	2,750	0,275
1827	3,975	0,425
1828	3,050	0,325
1829	3,000	0,150
1830	3,625	0,525
1831	4,500	0,200
1832	3,150	0,025
1833	4,600	0,075
1834	4,575	0,100
1835	2,250	0,100
1836	3,775	0,000
1837	3,250	0,500
1838	4,500	0,600
1839	3,775	0,450
1840	3,225	0,475
1841	3,950	0,850
1842	3,425	0,375
1843	3,625	0,700
18 Jahre	65,000	6,150

im Jahre	die höchsten, m	die niedrigsten Wasserstände. m
18 Jahre	65,000	6,150
1844	4,075	0,475
1845	5,700	0,000
1846	4,375	0,500
1847	3,875	0,300
1848	3,275	0,100
1849	3,825	0,550
1850	5,050	0,550
1851	4,175	0,475
1852	3,775	0,475
27 Jahre	103,125	9,575

Hiernach beträgt der durchschnittlich höchste Wasserstand in der zweiten Maximalzeit **3,819** m, ist also um 0,244 m höher als der durchschnittlich höchste Wasserstand in der ersten Minimalzeit; ebenso beträgt nach obiger Reihe der durchschnittlich tiefste Wasserstand der ersten Maximalzeit **0,355** m, ist also um 0,111 m höher als der durchschnittlich tiefste Wasserstand der ersten Minimalzeit.

Untersuchen wir nun die zweite Minimalzeit von 1853 bis 1880. Es ist

im Jahre	der höchste, m	der niedrigste Wasserstand. m
1853	3,600	0,100
1854	3,775	0,250
1855	4,675	0,300
1856	3,725	0,450
1857	1,875	0,050
1858	2,125	— 0,175
1859	2,775	0,042
1860	3,775	0,850
1861	3,350	0,500
1862	5,375	0,500
1863	2,475	0,000
1864	4,250	0,075
1865	2,925	0,175
1866	3,050	0,175
1867	4,575	0,800
1868	2,975	0,700
1869	3,550	0,750
1870	4,225	0,575
1871	4,225	0,150
1872	4,000	0,150
1873	2,950	0,700
1874	1,760	0,150
1875	3,180	0,530
23 Jahre	79,190	7,797

im Jahre	die höchsten, m	die niedrigsten Wasserstände. m
23 Jahre	79,190	7,797
1876	4,900	0,500
1877	4,200	0,480
1878	3,680	0,920
1879	4,200	0,950
1880	4,900	0,720
28 Jahre	101,070	11,369

Demnach beträgt der durchschnittlich höchste Wasserstand in der zweiten Minimalzeit 3,609 m, ist also um 0,210 m tiefer als der durchschnittlich höchste Wasserstand der zweiten Maximalzeit, obwohl wir die ausnahmsweise hohen Wasserstände der letzten fünf Jahre mitgerechnet haben. Aus demselben Grunde wird der durchschnittlich tiefste Wasserstand um ein geringes höher als der der Maximalzeit, während er doch tiefer sein sollte. Es ist jedoch schon mehrfach erwähnt worden, daß durch eine im Jahre 1876 eingetretene „unerwartete Veränderung" im Verlaufe der Sonnenflecken, die in § 47 u. 50 speciell zu betrachten ist, der regelmäßige Gang unserer Periode nur bis 1875 reicht, daß also auch die zweite Minimalzeit nur bis dahin geht, während die Zeit von 1876 bis 1883 als eine Specialität für sich zu untersuchen ist.

Rechnen wir die 5 Jahre von 1876 bis 1880 von obiger Reihe ab, so erhalten wir für die 23 Jahre der regulären zweiten Minimalzeit die Summe der Hochwasserstände = 79,190, woraus sich der durchschnittlich höchste Wasserstand = **3,443** ergibt; derselbe liegt um 0,376 m, also fast $^1/_2$ m unter dem durchschnittlich höchsten Wasserstand der zweiten Maximalzeit. Die Summe der 23 niedrigsten Wasserstände beträgt 7,797; hieraus folgt, daß der durchschnittlich niedrigste Wasserstand nur = 0,339 m ist, also um 0,016 m unter dem durchschnittlich tiefsten Wasserstande der zweiten Maximalzeit liegt. Die durchschnittlich höchsten und tiefsten Wasserstände sind also ebenfalls den Maximal- und Minimalzeiten entsprechend.

Unsere Zeit könnte man wohl als ein Vorrücken der ersten Maximalzeit der folgenden Periode 1881 bis 1992 ansehen, da diese Periode zu den oft erwähnten ausnahmsweisen Perioden gehört; daß sie eine Maximalzeit ist, ergiebt folgende Tabelle als unzweifelhaft; denn es ist

im Jahre	der höchste, m	der niedrigste Wasserstand. m
1876	4,90	0,50
1877	4,20	0,48
1878	3,68	0,92
1879	4,20	0,95
1880	4,90	0,72
1881	3,93	0,77
1882	5,95	0,33
7 Jahre	31,76	4,67

Hiernach ist der durchschnittlich höchste Wasserstand der letzten sieben Jahre = 4,537 m, also um den enormen Betrag von 1,094 m höher als der der zweiten Minimalzeit; der durchschnittlich tiefste Wasserstand der letzten sieben Jahre ist = 0,666 m, also um 0,327 m höher als der der zweiten Minimalzeit. Hierdurch ist zwar die Minimalzeit abermals hinreichend als solche charakterisirt; allein eine Maximalzeit dürfen wir deßhalb die letzten sieben Jahre nicht nennen, weil hierzu die entsprechenden Hauptmaxima der Sonnenflecken und Nordlichter fehlen, die (§ 47 u. 50) gerade im Gegentheil einen durchgängig minimalen Charakter haben. Auch sind die Ueberschwemmungen unserer Tage keine Hochwasser erster Klasse, da diese ja eine Durchschnittshöhe von 7 m haben, während die Hochwasser der letzten Jahre kaum 4, 5 oder 6 m erreichen. Am deutlichsten springt auch dies durch die Wasserstandsäule Fig. 5 hervor; während die Hochwasser von 1784 und 1573 um die Mitte der Säulenhöhe liegen und das riesenmäßige Hochwasser von 1342 die Grundfläche des Balkonerkers erreicht haben mag, ist die Ueberschwemmung von 1882 nur wenig über den Sockel der Säule hinausgekommen und nahe bei den Marken von 1845 und 1565. Das Hochwasser von 1883 ist an der Säule nicht bemerkt, da es bekanntlich nicht in die Stadt gekommen ist; seine Marke müßte nahezu mit der von 1882 zusammenfallen.

§ 26. c. **Nachweis an Wassersnoth und Wassermangel.** — Daß die erste Maximalzeit 1770—1798 eine Zeit der Wassersnoth war, ist nach der Zahl und Höhe der Ueberschwemmungen (§ 24) nicht zu bezweifeln, geht aber noch bestimmter aus der speziellen Beschreibung (§ 47) hervor. Auch die zweite Maximalzeit 1826 bis 1853 hatte nicht bloß das Hochwasser zweiter Klasse von 1845, sondern, wie die zweite Tabelle in § 25 zeigt, noch 8 Hochwasser von mehr als 4 m Höhe.

Daß die zweite Minimalzeit 1853 bis 1875 eine Zeit des Wassermangels war, ist allen älteren Leuten noch hinreichend

bekannt. In den 50er und 60er ja auch noch in den ersten 70er Jahren erhoben sich fortwährend und allgemein die Klagen, daß die Schifffahrt durch die lang andauernd sehr niedrigen Wasserstände in ungewöhnlichem Maße Noth leide. Rührt ja doch aus dieser Zeit das gewiß anerkennenswerthe Bestreben her, der gesunkenen Schifffahrt durch Flußcorrectionen aufzuhelfen. Ebenso allgemein bekannt sind die Nothlagen, in welche die Müller großentheils geriethen, da zahllose Bäche versiegten oder nur ungenügende Wassermengen enthielten; wurden ja doch die meisten Bachmühlen der ebenen und Hügelgegenden in Dampfmühlen verwandelt. Auch die Gletscher nahmen in dieser Zeit ab, indem ihre Enden um große Strecken zurück gingen u. s. w.

In der zweiten Maximalzeit von 1826 bis 1853 dagegen war die Schifffahrt im Flor, von ungewöhnlich niedrigen und besonders von lang andauernd niedrigen Wasserständen wird nichts berichtet, ebenso wenig von Wassermangel überhaupt. Die Mühlen an den kleinsten Bächen waren fast ungestört im Gange, der Rückgang der Gletscher war noch unbekannt. Nur im Winter 1829, am 29. December, sank in Mainz der Rhein bis 0,15 m, was wegen der großen Nähe an der ersten Minimalzeit kein Gegenbeweis ist. Zahlreich sind dagegen die Klagen und Berichte über niedrige Wasserstände in der ersten Minimalzeit von 1798 bis 1826. Schon die Jahreszahl 1797*) ist als ein sehr niedriger Wasserstand auf dem Laufenstein bei Laufenburg eingegraben, da dieser Fels, gewöhnlich tief unter dem Wasserspiegel, aus dem Rhein auftauchte; auch das der Minimalzeit angehörige Jahr 1823 ist dort eingemeißelt; diese Zahlen kamen erst 1848, in der Nähe der zweiten Minimalzeit, und 1858 in dieser Zeit selbst wieder zum Vorschein. Im Jahre 1799 hatte man im Frühjahr im Rheingau und bei Mainz eine anhaltende Trockenheit, so daß die Leute ihr Vieh nicht durchzubringen vermochten. Im März und April 1800 war der Wasserstand unter dem Pegel**) eine Niedere, die seit 30 Jahren nicht eingetreten. Auch 1807 war ein besonders trockenes Jahr; viel größer und anhaltender war der Wassermangel in dem besten Weinjahre des Jahrhunderts, im Jahre 1811. In demselben, sagt Schnurrer***), wurde auf den bedeutendsten Flüssen die Schifffahrt wegen des niederen Wasserstandes sehr erschwert,

*) Wittmann, Chronik der niedrigsten Wasserstände des Rheins; Mainz, 1859, bei V. v. Zabern.

**) Schaab, Geschichte der Stadt Mainz, Bd. 1. S 93.

***) Schnurrer, die Krankheiten des Menschengeschlechts.

z. B. auf der Elbe, dem Main und dem Rhein; in dem Bette des letzteren erschien im August zwischen Rüdesheim und dem Bingerloch ein großer Stein, der nur bei außerordentlich tiefem Wasserstande zum Vorschein kommt und in welchen nach alter Sitte jedesmal und auch jetzt die Jahreszahl eingegraben und dabei ein Ochs gebraten wurde. Der gewöhnliche Umfang des Bodensees verminderte sich so, daß man trockenen Fußes hundert Schritte und noch weiter hineingehen konnte. — Im Anfange des Jahres 1819 hatte, nachdem das Wasser schon Ende des Jahres 1818 stark gefallen war, der Rhein im Monat Januar einen sehr niederen Stand erreicht. Ende Januar stieg das Wasser, war aber im März wieder sehr niedrig. Bei diesem tiefen Wasserstande wurde durch einen Kasteler Schiffer am Fuße eines Pfeilers der ehemaligen steinernen Brücke bei Mainz ein Stein zu Tage gefördert, mit Zahl und Zeichen der XXII. Legion, wodurch damals die Meinung entstand, jene Brücke sei von den Soldaten dieser Legion erbaut worden. Den Beschluß der ungewöhnlich tiefen Wasserstände dieser Minimalzeit macht das Jahr 1823. Am deutlichsten springt der Wassermangel dieser Zeit und der zweiten Minimalzeit von 1853 bis 1875 ins Auge, wenn man die niedrigsten Wasserhöhen in Fußen ausgedrückt mit denen der Maximalzeit von 1826 bis 1853 vergleicht; während bei diesen die Zahlen 3, 2 und 1′ überwiegen, treten dort die mit 0′ anfangenden Wasserhöhen am meisten auf; vergleiche auch die Tabellen in § 25 S. 40, 41, 42, 43.

§ 27. d. **Nachweis an der Witterung.** — Auch in den Minimalzeiten kommen Ueberschwemmungen, wenn auch nur solche dritter Klasse vor; ebenso finden sich in diesen Zeiten nasse und kühle Jahre, ja in den Zeiten andauernd niedrigster Flecken-Maxima scheinen mehrere nasse und kühle Jahre auf einander zu folgen, wie wir es leider selbst so eben erlebten und unsere Eltern in der Zeit des niedrigen Fleckenmaximums von 1816—1817, wo durch unaufhörlichen Regen der Rhein in beiden Sommern einen fortdauernd hohen Stand hatte, wo keine Frucht gedeihlich reifte und vielfach Theuerung und Hungersnoth entstand. Abgesehen von diesem speciell zu betrachtenden Ausnahmefall zur Zeit der andauernd sehr niedrigen Maxima (§ 47 u. 51) ist in den Minimalzeiten des Wassers die Zahl der trockenen und heißen Jahre überwiegend, weßhalb hier die meisten guten Weinjahre und die besten Weine vorkommen. So wissen wir ja aus eigener Erfahrung, daß in der zweiten Minimalzeit 1853 bis 1875 die Zahl der guten Weinjahre fast die Hälfte der Zahl der Jahre erreicht, und in der ersten Minimalzeit von 1798 bis 1826 wirft der vielbesungene Elfer seinen

Glanz auf die im Ganzen sonst düstere Zeit; sonst wird aus jener Zeit von vorzüglichen Weinen nichts erwähnt; es ist dies erklärlich, da bei allzugroßer Trockenheit die Reben eben so wenig gedeihen, als bei der kühlen Nässe, die am Schlusse der Zehner-Jahre mit den andauernd niedrigen Maximis verbunden war. Für die Reben sind auch verderblich die langen und strengen Winter, die in den Minimalzeiten erster Klasse oft mit heißen, trockenen Sommern wechseln. Der schauerlich kalte Winter von 1812/13 in der ersten Minimalzeit ist aus der Geschichte bekannt. Ebenso ergiebt sich das Ueberwiegen kalter Winter in der ersten Minimalzeit aus einer kleinen Tabelle, die Dr. Wittmann in einem Manuscript über die kältesten Winter zwischen 1820 und 1848 hinterlassen hat. Nach dieser fanden die niedrigsten Temperaturen statt:

im Winter	1829/30	am	2.	Februar	= — 21° R,
„ „	1826/27	„	18.	„	= — 19° R,
„ „	1837/38	„	16.	Januar	= — 16° R,
„ „	1822/23	„	25.	„	= — 15° R,
„ „	1825/26	„	11.	„	= — 12° R,
„ „	1840/41	„	17.	Dezember	= — 12° R,
„ „	1828/29	„	12.	Februar	= — 11° R,
„ „	1844/45	„	20.	„	= — 10½° R,
„ „	1832/33	„	12.	Januar	= — 8½° R,
„ „	1847/48	„	28.	„	= — 8° R,
„ „	1820/21	„	29/30.	Dezember	= — 7½° R,

Unter den 28 Jahren dieses Zeitraumes gehören nur 6 der Minimalzeit und 22 der Maximalzeit an; unter jenen 6 sind 3 mit kalten Wintern, also die Hälfte, unter diesen 22 nur 8, also etwa ein drittel, und die kältesten von diesen Wintern 1829/30 und 1826/27 liegen noch ganz nahe an der ersten Minimalzeit. Die zweite Minimalzeit ist gewöhnlich gemäßigter als die erste; so hohe Sommertemperaturen von 35° C., wie sie 1800 und 1811 in Berlin vorkamen, sind in der zweiten Minimalzeit nicht beobachtet worden; ebenso sind die Winter gemäßigter. Zwar ist, wie 1855 und 1864, der Rhein einigemale zugefroren; allein die Kälte war dennoch erträglich; die meisten Winter waren dagegen mild, ja es folgten sogar heiße Sommer öfter auf milde Winter. Der kälteste Winter 1879/80 fällt theoretisch allerdings auch noch in die zweite Minimalzeit; wir dürfen ihn aber als einer Ausnahmezeit angehörig zum Regelnachweis nicht benutzen.

Wie nach der kleinen Wittmann'schen Wintertabelle auch in den Maximalzeiten kalte Winter vorkommen, so enthalten dieselben auch heiße Sommer; gehören ja die zwei herrlichen Weinjahre 1833 und 1846 einer Maximalzeit an. Indessen ist doch in der Betrachtung unserer Periode hinreichend deutlich hervorgetreten und wird

sich bei der speciellen Betrachtung der einzelnen Perioden noch entschiedener ergeben, daß der Witterungscharakter der Viertelperioden ein verschiedener ist. Die Maximalzeiten enthalten durchschnittlich weniger heiße Sommer und weniger strenge, d. i. lange, kalte Winter als die Minimalzeiten. Auch ist ein Unterschied der zwei Maximalzeiten unter einander, sowie der zwei Minimalzeiten unter einander unverkennbar. Die zweite Maximalzeit ist in der Nässe gemäßigter als die erste, und die zweite Minimalzeit ist in der Trockenheit und den Folgen derselben, den heißen Sommern nnd kalten Wintern gemäßigter als die erste Minimalzeit.

Nachdem wir nun die Durchführung und den Nachweis der Maximal- und Minimalzeiten für unsere Periode von 1770 bis 1881 entwickelt haben, ohne indeß vor der Hand Rücksicht auf den Schluß der Periode von 1876 bis 1882 zu nehmen, der sich als Ausnahmezustand herauszustellen scheint und demnach einer speciellen Betrachtung unterworfen werden muß, die jedoch erst nach der Betrachtung ähnlicher Ausnahmen im Laufe der Jahrhunderte stattfinden kann, wollen wir die Perioden, soweit es die Quellen gestatten, bis zum Anfange unserer Zeitrechnung zurück verfolgen.

§ 28. **Die Quellen.** — Eine Geschichte der Ueberschwemmungen existirt noch nicht; wenigstens konnte ich trotz allseitiger Erkundigungen keine auftreiben. Ich mußte daher specielle Mainzer Quellen benutzen; zum Glücke für diese Arbeit hat ein eifriger Forscher fast ein halbes Jahrhundert lang alles gesammelt, was über die naturhistorischen Ereignisse des Rheinlandes aufzutreiben war. Dieser verdienstvolle Forscher ist der unlängst verstorbene Arzt Dr. Wittmann, der in seiner Stellung als Vorstand des Alterthumsvereins und der rheinischen naturforschenden Gesellschaft, sowie in seinem Eifer für die Sache einen Antrieb fand, nicht bloß die von ihm erlebten Witterungs-Erscheinungen und -Größen tagtäglich zu beobachten und aufzuzeichnen, sondern auch alle auffälligen Phänomene der nächsten bis zur fernsten Vergangenheit aus medicinischen, geographischen und historischen Schriften zu sammeln. Zwei von diesen Sammlungen sind in der Zeitschrift des Mainzer Alterthumsvereins gedruckt; nämlich eine „Chronik der niedrigsten Wasserstände des Rheins vom Jahre 70 n. Chr. bis 1858“ und „Einiges über die höchsten Wasserstände des Rheines bei Mainz“. Von den zahlreichen handschriftlichen Sammlungen sind zwei für meine Arbeit von besonderem Werthe, nämlich: „Die naturhistorische Chronik des Rheingebietes“ vom Jahre 58 v. Chr. Geburt an, die leider nur bis 1411 geht, und „Winter-

chronik des Rheines bei Mainz vom Jahre 1811 bis 1848." Diese beiden Manuscripte wurden mir von dem Schwiegersohne des Verstorbenen, Herrn Landesgerichtsrath Dr. Bockenheimer in dankenswerther Weise zur Verfügung gestellt. Möge es mir gelingen, dem Andenken des biederen, allbeliebten Mannes durch diese Schrift die wohlverdiente Anerkennung darzubringen und zu bewahren.

Für die Perioden des Nordlichtes und der Sonnenflecken benutzte ich das populär-wissenschaftliche Werk „Internationale wissensch. Bibliothek", Band 49, enthaltend „das Polarlicht" von Fritz, der auch die Hauptforschungen über die Sonnenflecken in dieses Buch aufgenommen hat; aus demselben sind die Figg. 2 und 3, die synchronistischen Karten der Sonnenflecken und der Nordlichter von Europa für das 18. und 19. Jahrhundert entnommen. Die Fig. 4, welche die synchronistischen Karten der Sonnenflecken, der täglichen Variation der magnetischen Declination und der Nordlichter von 1784 bis 1870 darstellt, ist aus dem Werke „Allgemeine Erdkunde" von Hann, Hochstetter und Pokorny und zwar aus dem von Hann bearbeiteten Abschnitte „Die Erde als Weltkörper", entlehnt.

§ 29. **Berechnung der Perioden der Wassersnoth und des Wassermangels** bis zum Beginn unserer Zeitrechnung. — Für diese Berechnung gehen wir ebenfalls am besten von dem Normaljahre 1784 aus, der Jahreszahl der letzten Ueberschwemmung erster Klasse, die zwischen dem Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken 1778 und dem Hauptmaximum erster Klasse der Nordlichter 1788 liegt. Bei dieser Berechnung kommt es auf möglichst große Genauigkeit der großen Periode der Sonnenflecken und Nordlichter an, weil durch die Multiplikation ein kleiner Fehler starke Irrthümer bewirken kann. Nach den meisten Forschern ist die große Periode gleich 5 kleinen Perioden, also $= 5.\ 11\,^1/_9 = 55\,^5/_9$ Jahren, und Fritz berechnet dieselbe nach verschiedenen Methoden auf 55,6 Jahre. Zwei Hauptmaxima erster Klasse sind um 2 Perioden von einander entfernt, also um 111,2 Jahre; in runder Zahl wurde öfter die Periode 110 benutzt; hier, wo die möglichste Genauigkeit herrschen soll, müssen wir betonen, daß die Periode zwischen 111 und 112 Jahren liegt. Um nicht durch die Ausnahme-Jahrhunderte gestört zu werden, wollen wir um 16 Perioden weiter zurückgehen, da nach § 19 die Periode von 220 Jahren immer auf Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken, Nordlichter und Hochwasser führt. Gehen wir vom Jahre 1784 um 16 Perioden von 111 Jahren = 1776 Jahre zurück, so gelangen wir auf das Jahr 8 nach Chr.; gehen wir um

16 Perioden von 112 Jahren zurück, so kommen wir auf das Jahr 8 v. Chr.; nehmen wir die Mitte dieser beiden Möglichkeiten, so fällt sie direct auf das Jahr von Christi Geburt; dieses Jahr wäre demnach ein Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken, Nordlichter und Hochwasser. Da wir jede Periode in 4 Theile von 28 und 27 Jahren für eine Maximalzeit erster und zweiter Klasse und eine Minimalzeit erster und zweiter Klasse theilen, so läge die erste Maximalzeit erster Klasse von 14 v. Chr. bis 14 n. Chr.; dann kommt eine Minimalzeit erster Klasse von 14 bis 42 nach Chr. Minimalzeit erster Klasse haben wir die Minimalzeit nach der Maximalzeit erster Klasse genannt, analog unserer Periode von 1770 bis 1882, wo in der ersten Minimalzeit von 1798 bis 1826 die Eigenschaften der Minimalzeiten besonders stark entwickelt sind: niedrigste Wasserstände, geringste Hochwasser, trockene heiße Sommer und kalte Winter, andauernde Nässe u. s. w. im Gegensatze zu der zweiten Minimalzeit 1853—1875, wo diese Erscheinungen gemäßigter auftraten. Demnach hätten wir in der ersten Periode folgende 4 Abtheilungen: 14 v. Chr. bis 14 n. Chr.: Maximalzeit erster Klasse; 14 bis 42: Minimalzeit erster Klasse; 42 bis 70: Maximalzeit zweiter Klasse; 70 bis 97: Minimalzeit zweiter Klasse. Nach je zwei Jahrhunderten wird in einer Periode die Zahl 27 statt 28 gesetzt, um der Zahl 111 gerecht zu werden, jedoch nur so selten, um den etwas zu großen Rückgang 16 . 112 zu compensiren. Hiermit wird folgende Tabelle verständlich sein; der Buchstabe R. bedeutet Regelperiode, der Buchstabe A. Ausnahmeperiode. Regelperioden sind diejenigen, deren erste Wassermaximalzeit in Jahrhunderte mit gerader Säcularnummer fällt, während die Ausnahmeperioden ihre erste Maximalzeit in den Jahrhunderten mit ungerader Nummer haben; dies gilt jedoch nur für unser Jahrtausend, im vorigen kehren sich die Bezeichnungen um. So sind bekanntlich Regelmaxima des Wassers 1784, 1565, 1342, 1119—24, 886—88, 674; sie fallen in die berechneten Maximalzeiten erster Klasse. In den berechneten ersten Maximalzeiten der anderen Jahrhunderte fehlen nur im 17. die Hochwasser; 1453 ist als Mittel gültig; 1234, 987—89, 784 sind regelmäßige Hochwasserzeiten in Ausnahmeperioden; überhaupt beschränken sich die Ausnahmen derselben meist auf ein Viertel der Periode.

§ 30. **Berechnete Perioden der Maxima und Minima des Wassers** von Chr. Geburt an bis 1882.

Max. I.	Min. I.	Max. II.	Min. II.		
0— 14	14— 42	42— 70	70— 97	R.	1.
97— 125	125— 153	153— 181	181— 209	A.	2.
209— 237	237— 265	265— 293	293— 320	R.	3.

Max. I.	Min. I.	Max. II.	Min. II.	
320— 348	348— 376	376— 404	404— 432	A. 4.
432— 460	460— 488	488— 516	516— 543	R. 5.
543— 571	571— 599	599— 627	627— 655	A. 6.
655— 683	683— 711	711— 739	739— 766	R. 7.
766— 794	794— 822	822— 850	850— 878	A. 8.
878— 906	906— 934	934— 962	962— 989	R. 9.
989—1017	1017—1045	1045—1073	1073—1101	A. 10.
1101—1129	1129—1157	1157—1185	1185—1212	R. 11.
1212—1240	1240—1268	1268—1296	1296—1324	A. 12.
1324—1352	1352—1380	1380—1408	1408—1435	R. 13.
1435—1463	1463—1491	1491—1519	1519—1547	A. 14.
1547—1575	1575—1603	1603—1631	1631—1658	R. 15.
1658—1686	1686—1714	1714—1742	1742—1770	A. 16.
1770—1798	1798—1826	1826—1853	1853—1881	R. 17.

Nach der Berechnung der Perioden liegt die Aufgabe vor, die Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit durch die Quellen nachzuweisen; für die ersten Jahrhunderte ist bei der Dürftigkeit, ja manchmal Leerheit der Quellen der Nachweis nicht immer befriedigend.

§ 31. **Nachweis der Richtigkeit der Perioden. Erste Periode, 14 v. Chr. bis 97 n. Chr.** — Ob zur Zeit von Chr. Geburt ein Hauptmaximum der Sonnenflecken geherrscht hat, ist direct aus den Quellen nicht zu entnehmen, da dieselben nichts berichten. In der Maximalzeit zweiter Klasse vor Chr. Geburt, die zwischen 70 und 42 v. Chr. fällt, war im Jahre 44 (nach Plinius II, 30) das Sonnenlicht ein Jahr lang trübe, was mit unseren Perioden stimmt. Für Christi Zeit selbst läßt sich nur ein Schluß aus den Nordlichtern ziehen. Dio Cassius sagt in seiner römischen Geschichte: „Im Jahre 9, als die Römer die Niederlage des Varus erlitten, schienen die Gipfel der Alpen in einander zu stürzen und drei feurige Säulen aus ihnen aufzusteigen, der Himmel schien an vielen Stellen zu brennen, und viele Kometen ließen sich zu gleicher Zeit am Himmel sehen." Da sowohl die „feurigen Säulen", als auch der „brennende Himmel" und die „vielen Kometen" als Nordlichter zu deuten sind, so war zu jener Zeit ohne Zweifel ein Hauptmaximum I. Cl. der Nordlichter, also auch der Sonnenflecken. Auch noch zu Tiberius Zeit, besonders um 18 u. 19 war der Himmel oft Nachts so hell, daß einmal die Cohorten unnöthig nach Ostia zum Löschen beordert wurden.

Von Ueberschwemmungen in der ersten Maximalzeit 14 v. Chr. bis 14 n. Chr. berichten die Quellen nichts; dagegen werden aus der ersten Minimalzeit 14 bis 42 von Dio Cassius (hist. libr. 59 cap. 7 & 23) mehrere heiße Jahrgänge erwähnt, in welchen das Forum in Rom mit Ueberhängen überspannt und das The=

ater in das Diribitorium verlegt werden mußte, wo man mehr vor der Sonne geschützt war; auch wurde gestattet, thessalische Hüte im Theater zu tragen. Wittmann fügt hinzu: „Es läßt sich daraus mehr oder weniger vermuthen, daß es damals auch am Rheine sehr heiß war.“ Diese große Hitze stimmt zu einer Minimalzeit erster Klasse.

Zur zweiten Maximalzeit 42 bis 70 war in Italien im Jahre 50 glühender Himmel und nach Josephus im Jahre 65 auch in Jerusalem, was nach Fritz möglicherweise zum Nordlicht gehört. Von einer Ueberschwemmung Ende Herbst 71 berichtet Tacitus: „Cerealis verheerte feindlich die Insel der Bataver, ließ aber nach bekanntem Kunstgriffe der Heerführer des Civilis Ländereien und Gebäude unangetastet, da inzwischen zu Ende des Herbstes von häufigen Winterregen der Strom (Rhein) überfloß und die sumpfige niedrige Insel in einen Strom verwandelte. Weder Flotte, noch Vorrath war da, das Lager in der Ebene befindlich ward von der Gewalt des Flusses fortgerissen. — Im Jahre 60 überwogte der Ocean die Insel Britannien und Gallien zur Zeit der Fluth und war von Blut geröthet, wie Dio Cassius erzählt.“

An der Grenze der zweiten Maximalzeit und der zweiten Minimalzeit 70 bis 97, wo die erste Ueberschwemmung stattfand, begegnen uns auch zwei starke Trockenzeiten, von denen Tacitus berichtet: „Im Jahre 70 war der Rhein durch eine in jenem Himmelsstriche unbekannte Trockenheit kaum zur Schifffahrt tauglich, daher kärgliche Zufuhr; Wachtposten wurden längs des ganzen Ufers aufgestellt, um die Germanen am Durchwaten zu verhindern, und aus eben dieser Ursache gab es weniger Feldfrüchte und mehr Verzehrer. Bei den Unverständigen galt selbst der Wassermangel für ein Wunderzeichen, als ob sogar die Flüsse, diese alten Schutzwehren des Reiches, uns (die Römer) verließen.“ — Die andere Trockenheit herrschte im Jahre 71. „Tutor, welcher damals an der Spitze der Treverer, Magontiacum ausweichend, nach Bingium gezogen war, allwo er sich sicher glaubte, weil er die Brücke über die Nava (Nahe) abgeworfen hatte, wurde durch die von Sextilius angeführten Cohorten mittels einer aufgefundenen Untiefe überfallen und geschlagen.“ Trotz der Spärlichkeit der Nachrichten stimmt die Beschreibung der ersten Periode mit der Berechnung ziemlich überein.

§ 32. **Zweite Periode von 97 bis 209.** Sehr dürftig sind die Ergebnisse der Quellen über diesen Zeitraum; über Sonnenflecken schweigen sie ganz und über Nordlichter erfahren wir nur wenig. Auch über Wasser und Wetter berichten sie für die erste Maximal-

und Minimalzeit 97—153 gar nichts. Für die zweite Maximalzeit, 153—181, lesen wir in Wittmanns naturhistorischer Chronik des Rheingebietes: „Im Jahre 165 begann eine Seuche im fernsten Osten und drang von Persien bis an den Rhein und nach Gallien. Viele Tausend starben zu Rom, besonders Vornehme und fast alle Soldaten.“ Da die Menschenseuchen durch Ueberschwemmungen befördert werden, so könnte man wohl hieraus Wassersnöthe schließen; doch wäre dies eine vage Vermuthung. Etwas bestimmter lautet folgende Angabe derselben Quelle: „Noch im Jahre 174 wurden die römischen Heere durch Seuchen aufgerieben. Die Verheerungen waren am Ende so groß, daß ganze Städte ausstarben und in manchen Gegenden, die vorher stark angebaut waren, Wälder entstanden. Weil das Heer sehr durch die Krankheit gelitten hatte, sah sich der Kaiser Marc Aurel genöthigt, Gladiatoren, dalmatische und deutsche Kriegsvölker gegen die Markomannen ins Feld zu führen. Während dieser Zeit gab es Erdbeben, einen Kometen, Insektenschwärme und Ueberschwemmungen, welche zum Theil auch den Christen zugeschrieben wurden und diesen Verfolgungen zuzogen.“ Demnach dürfen wohl in der zweiten Maximalzeit dieser Periode große Hochwasser vorausgesetzt werden. Ob diese Periode wirklich eine Ausnahme bildet, könnte hiernach bezweifelt werden; jedoch treten die Ausnahmen gewöhnlich nur in einem Viertel einer Periode auf, während die übrigen Viertel ganz regelmäßig verlaufen und höchstens etwas niedrigere Maxima der Wasserphänomene und Nordlichter bilden. Etwas Aehnliches könnte auch in der zweiten Periode der Fall gewesen sein; denn die Ausnahmen können nicht bloß darin bestehen, daß in Hauptmaximalzeiten niedrige Maxima eintreten, sondern auch darin, daß in Minimalzeiten große Maxima stattfinden. Dies darf man für die zweite Minimalzeit dieser Periode 181 bis 209 vermuthen, da Anno 194 in Rom sehr große Nordlichterscheinungen beobachtet wurden. Von analogen Wetterphänomenen bringen die Quellen nichts.

§ 33. **Dritte Periode von 209 bis 320.** — Am allerspärlichsten sind die Quellen über diese Periode. Von Nordlichtern wird aus der ganzen Periode nicht eine Spur erwähnt und von Sonnenflecken nur eine chinesische Beobachtung von 301, also aus der zweiten Minimalzeit 293—320. Dies ist kein Widerspruch gegen unsere Eintheilung, denn auch in Minimalzeiten kommen mit bloßem Auge sichtbare Sonnenflecken vor. Haben wir ja selbst soeben, im Januar 1883, in der tristen Ausnahmsminimalzeit, einen bei Sonnenauf- und Untergang mit bloßem Auge sichtbaren Sonnen-

flecken erlebt. Und gerade zu jener Zeit, um 300 n. Chr. begannen die fleißigen chinesischen Beobachtungen der Kometen und Sonnenflecken, wodurch es erklärlich ist, daß auch in einer Minimalzeit ein Flecken aufgezeichnet ist. Um 240 wurde von den Chinesen ein Komet so genau beobachtet, daß nach ihren Angaben dessen Bahn berechnet werden konnte. Von Witterungserscheinungen wird aus dieser Periode der ungewöhnlich strenge Winter 250/251 hervorgehoben, in welchem die Themse 9 Wochen lang zugefroren war. Dies paßt zu der ersten Minimalzeit 237—265; weniger die Angabe, daß 255 eine Epidemie begann, die bis 265 dauerte, anfänglich vorwiegend Egypten verheerte, später aber sich so ausbreitete, daß nach Orosius keine Provinz, keine Stadt, kein Haus im weiten Römerreiche verschont blieb. Freilich entstehen Epidemien nicht bloß durch Ueberschwemmungen, sondern auch durch große, andauernde Hitze, können daher auch in Minimalzeiten auftreten.

§ 34. **Vierte Periode von 320 bis 432.** — Aus der ersten Maximalzeit 320—348 werden drei chinesische Sonnenfleckenbeobachtungen von 321, 322 und 342 angeführt; indessen auch aus der folgenden Minimalzeit, am meisten jedoch aus den Jahren 370, 372, 373 und 374, die schon der zweiten Maximalzeit 376 bis 404 nahe kommen, sowie aus den Jahren 388, 389, 396 und 400 dieser Maximalzeit selbst. In dieser zweiten Maximalzeit wurden auch in den Jahren 394 und 400 feurige Firmamente, feurige Lanzen am Himmel, also große Nordlichter beobachtet.

Die Sonnenflecken und Nordlichter dieser berechneten Ausnahmeperiode zeigen uns, wie auch die zweite Periode, daß die Ausnahmen nur schwach zutreffen, daß also unsere Regelperiode von 110 Jahren der größeren von 220 Jahren vorzuziehen ist. Die Ausnahmen scheinen sich meist auf ein Viertel der Periode zu beschränken, hier wohl auf das zweite Viertel, die erste Minimalzeit 348 bis 376, die ziemlich reich an Sonnenflecken war; dem entsprechen auch die Witterungserscheinungen. Im Jahre 355 war der Winter so kalt, daß in Scythien 7 Ellen tiefer Schnee lag und der Wein gefror. — Im Jahre 366 war die Kälte so stark, daß der zugefrorene Rhein den Germanen zur Brücke diente, über welche dieselben bis in die heutige Champagne vordrangen, wo sie Jovin, Valentinians Feldherr bei Pont-à-Mousson und Chalons sur Marne schlug; auch gab es einen Kometen und große Ueberschwemmungen. Diese Ausnahme ist eine von den schon öfter erwähnten, die unsere Regel bestätigen. Wenn in einer Maximalzeit ausnahmsweise wenig Sonnenflecken und Nordlichter vorkommen, so enthält

sie auch keine Ueberschwemmungen. Umgekehrt wenn in einer Minimalzeit ausnahmsweise viele und große Sonnenflecken vorkommen, so enthält sie auch große Ueberschwemmungen. Mehr der Minimalzeit gemäß ist die Notiz von 375, daß in diesem Jahre ein sehr kalter Winter und ein sehr trockener Sommer stattfand.

Aus der so vortrefflich durch Nordlichter und Sonnenflecken charakterisirten zweiten Maximalzeit 376—404 wird von Wasser und Wetter nichts berichtet; nur das Jahr 401, schon mehr der zweiten Minimalzeit 404—432 nahe, zeigt eine entsprechende Erscheinung: „Der Winter von 400/401 war nach einer Erzählung des Marcellinus Comes so kalt, daß die ganze Oberfläche des schwarzen Meeres mit Eis bedeckt war, welches im Frühling 30 Tage lang durch die Straße von Constantinopel in berghohen Massen getrieben wurde, die sich lange im Marmara-Meer erhielten, ehe sie schmolzen. Der Rhone-Strom war in seiner ganzen Breite zugefroren, was nach Arago eine Kälte von — 19° voraussetzt. Es läßt sich daraus schließen, daß alle Flüsse in Deutschland und auch der Rhein zugefroren waren." (Berghaus, Länder- und Völkerkunde.)

§ 35. **Fünfte Periode von 432 bis 543.** — Ueber Sonnenflecken in dieser Periode schweigt die Geschichte völlig (§ 36); dagegen fallen in die erste Maximalzeit 432—460 große Nordlichterscheinungen in Mitteleuropa auf die Jahre 450, 451, 452 und 454, sowie nahe an oder in die zweite Maximalzeit 488—516, nämlich auf die Jahre 479, 480, 488, 502, 504; um 502 wurde das Nordlicht sogar in Edessa in Mesopotamien gesehen; es ist eine echte Regelperiode.

Die meteorologischen Berichte aus jener Zeit sind dürftig. Nur von sehr kalten Wintern und trockenen Sommern in der ersten Minimalzeit 460—488 oder in der Nähe derselben wird berichtet; 455 folgte auf einen Kometen große Trockenheit, im Jahre 462 war es so kalt, daß das Heer des Theodomir auf dem Eise über die Donau ging; auch gefror der Var, von dem es gewiß ist, daß er nur mit Eis bedeckt ist, wenn die Temperatur unter — 10 bis 12° sinkt. — Auch 473 war ein sehr kalter Winter, und 484 eine solche Trockenheit, daß alle Vegetation gehemmt wurde und selbst der Weinstock verdorrte. — Von Ueberschwemmungen während der ersten und zweiten Maximalzeit erzählen die Quellen nichts. Dagegen aus der zweiten Minimalzeit 516—543 von besonderer Kälte und besonderer Hitze. Im Jahre 524 soll der Winter so kalt gewesen sein, daß vor Kälte erstarrte Vögel mit der Hand gefangen werden konnten und in Folge der Kälte eine Hungersnoth entstand. — Das Jahr

542 war nach Prokopius so ausgezeichnet in der Witterung, und selbst im Herbste so warm, daß zum zweitenmale Obst, ja sogar Trauben reiften. Obwohl aus diesen dunkeln Zeiten keine Nachrichten über Wassersnoth der Maximalviertel vorliegen, so stimmen doch die Wettercharaktere der Minimalviertel ausreichend zu diesen Zeiten, um die Periode als eine Regelperiode zu kennzeichnen.

§ 36. **Sechste Periode von 543 bis 655.** — Wie die Berechnung, so charakterisirt auch die Geschichte diesen Zeitraum als eine Ausnahmeperiode, die sich schon im Voraus als eine solche ankündigt; denn vor Eintritt der ersten Maximalzeit 543—571 waren in den Jahren 535 und 536 Sonnenflecken 14 Tage lang mit bloßem Auge sichtbar (Littrow). In der Maximalzeit selbst begegnet uns nur ein Flecken, nach Humboldt im Jahre 567; dagegen wurde aus der ersten Minimalzeit vom Jahre 577 von den Chinesen ein Sonnenflecken aufgezeichnet. Auf diese zwei ersten Viertel scheint sich der Ausnahmecharakter der Periode zu beschränken; denn in der zweiten Maximalzeit 599—627 soll im Jahre 626 nach Humboldt die halbe Sonne 8 Monate lang verfinstert gewesen sein, während aus der zweiten Minimalzeit von Sonnenflecken nichts erzählt wird. Ganz gleich verhalten sich auch die Nordlichter der Periode. Zwar wurden auch im ersten Viertel Nordlichterscheinungen beobachtet, allein zahlreicher und großartiger treten sie im zweiten Viertel um 580 in Mitteleuropa auf und wandeln so der Ausnahmestellung der Periode gemäß diese Minimalzeit in eine Maximalzeit um. Im dritten und vierten Viertel ist auch bei den Nordlichtern die Regel wieder hergestellt; denn die zweite Maximalzeit 599—627 war reich an Nordlichtern, und um 616 wurde sogar in Südchina bei 34^0 geogr. Br. ein solches Phänomen wahrgenommen, während die zweite Minimalzeit von Nordlichtern frei war.

Wie hinsichtlich der Sonnenflecken und Nordlichter, so kehren sich auch in den Wasser- und Wetterphänomenen die beiden ersten Viertel um, das erste ist mehr Minimal-, das zweite entschieden Maximalzeit. Es sind dies die öfter genannten Ausnahmen, die die Regel bestätigen. Wo statt geringer Maxima der Sonnenflecken und Nordlichter große Maxima auftreten, da entsteht auch Wassersnoth statt Wassermangel und umgekehrt. Das erste Viertel 543—571 ist die erste Minimalzeit, das zweite Viertel 571—599 dagegen die erste Maximalzeit. So war schon 545 ein strenger Winter, und im Jahre 548, dem Todesjahre Teuteberts war nach Gregor von Tours der Winter so ausgezeichnet durch die Menge des Schnees und die Heftigkeit der Kälte, daß die Vögel mit der Hand gefangen

werden konnten. Ebenso waren 554 und 557 kalte Winter, und im letzten Jahre zogen die Hunnen mit zahlreicher Reiterei über die gefrorene Donau und verheerten Mösien, Thracien und Griechenland bis an die lange Mauer. — Im Winter 565 war die Erde fünf Monate lang mit Schnee bedeckt. Das Jahr 569 war eines der gesegnetsten in allen Erzeugnissen des Bodens.

Wenn sonach das erste Viertel mehr einer Minimalzeit gleicht, so hat das zweite Viertel entschieden den Charakter eines Wassermaximums. Schon 586 hatte einen so regnerischen und rauhen Sommer, daß derselbe ganz dem Winter glich und durch die Menge des Regens und die Ueberschwemmungen beinahe Alles zu Grunde gerichtet wurde. Auch im Jahre 587 thaten die Ueberschwemmungen großen Schaden, 588 hatte ein sehr fruchtbares Frühjahr, im September 589 waren die Ueberschwemmungen allgemein und auch im Jahr 590 dauerte das Regenwetter fort. Man bemerke hier, daß diese 7jährige Nässe dem Hauptmaximum der Nordlichter 580 nachfolgt, die erste Analogie mit unserer Zeit. Endlich von 591 an scheint der Charakter der Minimalzeit wieder zu überwiegen, da 591 eine große Hitze und Trockenheit folgte, die nur einen vortrefflichen Wein, sonst aber keine Feldfrüchte gedeihen ließ. Ebenso folgte im Jahre 594 auf die Trockenheit des Sommers ein kalter Winter. Ueber die beiden folgenden Viertel wird nichts bemerkenswerthes berichtet.

§. 37. **Siebente Periode von 655 bis 766.** — Obwohl die ganze Periode keine Nachrichten über Sonnenflecken darbietet, so stellt sie sich doch hinsichtlich der Nordlichter und der meteorologischen Erscheinungen entschieden als eine Regelperiode dar. Die erste Maximalzeit 655—683 ist reich an Nordlichtern, im Jahre 677 wurde sogar ein solches Phänomen 10 Tage lang gesehen; die erste Minimalzeit 683—711 ist ganz leer an Nordlichtern, die zweite Maximalzeit 711—739 wieder reich, ja dieselben setzen sich sogar in die folgende Minimalzeit fort, ohne hier jedoch besonders hervorzuragen.

In meteorologischer Beziehung sagen die Quellen über die erste Maximalzeit 655—683: das Jahr 661 war äußerst reich an Gewittern und Regen, so daß viele Tausende durch erstere erschlagen wurden, und die Hülsenfrüchte, die man wegen des unaufhörlichen Regens nicht einernten konnte, zum zweitenmale Wurzel schlugen und eine zweite Ernte lieferten. — Im Jahre **674** folgten übermäßige Ueberschwemmungen. Man bemerke das überraschende Zusammentreffen dieser Zahl mit der Jahreszahl 1784 unserer letzten

colossalen Ueberschwemmung; sie liegt genau um 10 Perioden von 111 Jahren unter dieser, paßt also in die Reihe 1784, 1565, 1342, 1124, 886. — Von der Zeit zwischen 676 und 683 schreibt Wittmann: In dieser Zeit wurde das westliche Deutschland von einer drei Jahre dauernden Trockenheit und darauf folgenden Hungersnoth heimgesucht. Dies wird wohl schon der ersten Minimalzeit 683—711 zugerechnet werden müssen, wenn die Angabe auch nicht ganz bestimmt ist. Bestimmt gehört zu derselben folgender Bericht: 695 oder 696 war ein sehr strenger Winter; es ging nicht nur fast überall der Weinstock zu Grunde, sondern auch die Themse war sechs Wochen lang gefroren. Von der folgenden zweiten Maximalzeit 711—739 wird kein besonderes Ereigniß erwähnt. Für die zweite Minimalzeit 739—766 liegt nur folgende charakteristische Notiz vor: Von 737 bis 741 scheint in den nördlichen Gegenden große Trockenheit geherrscht zu haben. Die letzten Jahre dieser Zeit nähern sich schon dem Ausnahmezustand der folgenden Periode.

§ 38. **Achte Periode von 766 bis 878.** — In der ersten Maximalzeit 766—794 tritt uns ein von Lycosthenes erwähnter mit bloßem Auge sichtbarer Sonnenflecken entgegen; auch in der ersten Minimalzeit 794 bis 822 ist nach den Ann. Laurisheimenses ein Flecken im Jahre 807 acht Tage lang mit bloßem Auge sichtbar gewesen. In der zweiten Maximalzeit 822—850 liegen vier chinesische Beobachtungen solcher Flecken um 826, 832, 837 und 841 vor, und nach Humboldt war Anno 840 ein Sonnenflecken von 28. Mai bis 26. August sichtbar, während aus der zweiten Minimalzeit nur von 874 einer erwähnt wird. In dieser Ausnahmeperiode scheint also die Ausnahme darin zu liegen, daß der Maximal- und Minimalcharakter der beiden ersten Viertel nicht getrennt, sondern auf die ganze erste Hälfte durcheinander vertheilt ist. Aehnlich verhalten sich auch die Nordlichterscheinungen. Von 776 bis 808, also in dem mittleren Theile der ersten Periodenhälfte 766—794—822 waren in Mitteleuropa, Süddeutschland und der Schweiz größere Nordlichter auffällig, ebenso von 827—880.

Entsprechend gestalten sich auch die Wasser- und Wettererscheinungen. Ueberschwemmungen und Wassermangel, große Hitze und große Kälte, andauernde Milde, lange Nässe und dauernde Trockenheit lösen sich in buntem Wechsel ab, oder treten wo möglich verbunden mit einander auf. Schon 761, nahe an der ersten Maximalzeit, tritt großer Wasserreichthum zusammen mit großer Kälte, also als colossale Schneemassen auf. Nach den Annales bingenses fiel

ein solcher Schnee, daß er an etlichen Orten 16 Ellen tief war, so daß Niemand reisen konnte. — Der Winter 763/4 war so kalt, daß das schwarze Meer und die Straße der Dardanellen 30 Zoll tief gefror, wozu noch 16 Ellen hoher Schnee kam. Dieselbe Heftigkeit des Winters herrschte in Deutschland und Frankreich. Im Februar brach das Eis des schwarzen Meeres in ungeheure Stücke, die sich zu ungeheurer Höhe aufthürmten und zum Theil die Mauern von Konstantinopel einbrachen. Der Sommer dieses Jahres war so trocken, daß alle Quellen versiegten. Derselbe Wechsel von Wassermangel und Wassersnoth kommt auch im Großen vor, wie folgende Berichte zeigen. Als Karl der Große 772 gegen die Sachsen zog, litt sein Heer stark durch die herrschende Trockenheit. — Als Karl 784 gegen die Thüringer aufbrach, so wurde er durch Ueberschwemmungen aufgehalten und konnte nicht über die angeschwollene Weser setzen. Der Chronist fügt hinzu: Es läßt sich hieraus auch mehr oder weniger auf einen hohen Wasserstand des Rheines schließen. Im Jahre 792 verdarb der anhaltende Regen die Kanäle, durch welche Karl der Große den Rhein mit der Donau verbinden wollte. — Am 7. November 793 überschemmte das Meer ganz Friesland. Durch diese Zahlen, insbesondere durch 784, und mit Rücksicht auf 674 und 886 ist die 110jährige Periode der Hochwasser erster Klasse zum erstenmale entschieden deutlich, was bei den früheren Perioden wegen der Dürftigkeit der Quellen nicht hervortreten konnte. Auch ist durch diese Daten die erste Maximalzeit des Wassers trotz der Ausnahmestellung der Periode gewahrt.

In der ersten Minimalzeit 794—822 setzt sich der Mischcharakter der Periode fort. Im Jahre 801 war ein furchtbar kalter Winter und ein ausgezeichneter Sommer. — Im Jahre 802 brach wegen der ungemein milden Witterung des Winters die Pest aus, ebenso war der äußerst milde Winter von 808 sehr ungesund. Jetzt folgt wieder Wechsel von Wassermangel und Wassersnoth; denn im Jahre 811 herrschte große Trockenheit, während 815 der Rhein durch eine große Ueberschwemmung bedeutenden Schaden anrichtete. Auch im Jahre 820 brachten anhaltende Regengüsse Seuchen, Unfruchtbarkeit und im Herbste Ueberfluthungen hervor, welche die Herbstaussaat unmöglich machten, worauf ein ungewöhnlich kalter Winter und starker Eisgang das Elend noch vermehrten. Die kalten, also trockenen Winter, die trotz des Wechsels doch die Zeit als Minimalzeit charakterisiren, dauerten noch bis 832 fort.

Die zweite Maximalzeit 822—850 scheint auch noch ihren Antheil an dem Mischcharakter durch die kalten Winter bis 832 fest-

zuhalten. Im Jahre 834 dagegen hatten gewaltige Stürme und heftige Regengüsse so gewüthet, daß der Wasserstand das gewöhnliche Maß weit überstieg und wegen der Winde die Flüsse gar nicht zu befahren waren. In Wittmanns Verzeichniß der Hochwasser heißt es speziell: 834 gab es viele Ueberschwemmungen. Hiermit ist dieses dritte Viertel trotz seines Mischcharakters als eine Maximalzeit des Wassers bezeichnet. Durch den strengen Winter von 840 und eine von 3jähriger Hungersnoth begleitete große Trockenheit im Jahre 849 ist der Mischzustand abermals angedeutet.

In der zweiten Minimalzeit 850 bis 878 herrscht die Trockenheit vor, wodurch abermals trotz des Ausnahmestandes der ganzen Periode jedem Viertel seine Bedeutung bleibt; denn nach Wittmanns Chronik der niedrigsten Wasserstände herrschte 867 große Dürre, 870 und 873 große Trockenheit und 879 war es so heiß, daß bei Worms die Feldarbeiter todt niederfielen. Dann sistiren die heißen, trockenen Sommer bis 922. Jedoch war 868 auch durch Regen ausgezeichnet und in Deutschland und Frankreich thaten die Ueberschwemmungen großen Schaden. Der Minimalcharakter spricht sich indeß auch in den ungewöhnlich kalten Wintern von 864, 874 und 880 aus.

Wenn hiernach selbst in dieser Ausnahmeperiode an jedem Viertel seine nothwendigen Eigenschaften hervortreten, so charakterisirt sich doch die ganze Periode als eine Zeit zahlreicher Ueberschwemmungen im Gegensatze zu anderen Ausnahmeperioden. Dies spricht wieder für unsere ganze Theorie, da die Zahl und Dauer der Nordlichterscheinungen und der Sonnenflecken ebenfalls in dieser Periode eine auffällig große ist, so daß trotz der Entlegenheit dieser Periode die Aufzeichnungen so zahlreich sind.

§ 39. **Neunte Periode von 878 bis 989.** — So ausgiebig die Quellen für die vorige Periode waren, so dürftig fließen sie für diese. Besonders spärlich sind die Sonnenflecken bedacht, nur für die zweite Minimalzeit wird vom Jahr 974 ein Flecken erwähnt. Dagegen fallen in die Zeit von 884 bis 950 Nordlichterscheinungen, und in der ersten Maximalzeit im Jahre 905 ist sogar im südlichen China in 34° geogr. Br. ein Nordlicht der Aufzeichnung würdig befunden worden. Auch in der zweiten Minimalzeit nahe an der ersten Maximalzeit der folgenden Periode, von 970 bis 980 wurden in Mitteleuropa große Erscheinungen wahrgenommen.

Hinsichtlich der Wasser- und Wetterphänomene schließen sich die beiden ersten Viertel der Regelperiode gut an. Die erste Maximalzeit von 878 bis 906 enthält die Colossal-Ueberschwemmung von

886, die Wittmanns Rheinchronik folgendermaßen anführt: „Von Mai bis Juli gab es in diesem Jahre so häufige und starke Regengüsse, daß die Niederungen weit und breit überschwemmt wurden und das von den Bergen herabströmende Wasser ganze Thäler anfüllte. Niemand konnte sich solcher Ueberschwemmungen erinnern. Der Rhein verheerte von seinem Ursprung bis zu seinem Ausflusse alle Länder.“ Dieser Maximalzeit gehört noch ein zweites Hochwasser an; denn 888 oder 889 gab es Ueberschwemmungen in Deutschland und Italien. Auch in der ersten Zeit des folgenden Viertels, Anno 912 gab es in Deutschland viele Ueberschwemmungen. Nehmen wir das Mittel der Grenzjahre 886 und 912, so gelangen wir zu dem Jahre 897; da jedoch 886 sehr bedeutend war und 888 ebenfalls zu rechnen ist, so fällt das Durchschnittsjahr dem Gewichte nach eher auf 894, das ganz wohl in die Reihe 674, 784 paßt und so für die 110 jährige Periode spricht.

Die erste Minimalzeit 906—934 ist charakterisirt durch lange und kalte Winter 912/3, dann 928, wo die Themse 14 Wochen lang gefroren blieb, und 933, wo eine starke Kälte 120 Tage lang anhielt, und durch die heißen und trockenen Sommer von 922 und 928, wo der Sommer so heiß war, daß der Herbst schon Ausgangs August sein Ende erreicht hatte. Die zweite Maximalzeit 934—962 ist in den Quellen sehr dürftig erwähnt. Nichts wie vier sehr kalte und lange Winter 940, 943, 945 und 962 werden angeführt, außerdem Viehseuchen, Theuerung u. s. w. Wenn man sich auf diese spärlichen Nachrichten verlassen könnte, so müßte man diese Maximalzeit für eine Ausnahme-Minimalzeit mitten in der Regelperiode erklären; dies würde allerdings mit dem Mangel an Sonnenflecken-Nachrichten für die ganze Zeit und dem Fehlen von Nordlichtaufzeichnungen für 950—970 stimmen; jedoch möchte ein solcher Schluß der Magerkeit der Quellen gegenüber als gewagt erscheinen. Auch für die zweite-Minimalzeit 962—989 sind die Nachrichten spärlich; 976 ein strenger Winter und 983 eine große Trockenheit passen in diese Zeit.

Von jetzt an scheint sich aber der Charakter dieser Minimalzeit mit dem der folgenden Maximalzeit zu vermischen. Wie in dieser Minimalzeit auf das Jahr 974 der einzige Sonnenflecken der Periode fällt, und wie schon für 970—980 Nordlichter aufgezeichnet sind, so mischen sich in der Grenzzeit die Wasser- und Wetterphänomene, was wir in der folgenden Periode durchführen wollen.

§ 40. **Zehnte Periode von 989 bis 1101.** — Auch hier sind die Nachrichten über Sonnenflecken sehr spärlich; erst gegen das Ende

der zweiten Minimalzeit werden die Beobachtungen häufig und hängen mit den Erscheinungen der folgenden Maximalzeit zusammen. Ueber Nordlichter sind die Berichte ausgiebiger. Schon vor der ersten Maximalzeit, von 970—980 wurden in Mitteleuropa große Erscheinungen beobachtet, noch bedeutender aber waren die Erscheinungen in der ersten Maximalzeit 989—1017 selbst, namentlich um 992 und 993. Sie erstrecken sich sogar bis 1030, also in die erste Minimalzeit 1017—1045 hinein, was den Ausnahmezustand dieser Periode andeuten mag. In der zweiten Maximalzeit 1045 bis 1073 werden nur um 1069—70 kleinere Erscheinungen in Nordeuropa erwähnt. Dagegen fangen die Nordlichter wie die Sonnenflecken schon vor dem Schlusse der zweiten Minimalzeit um 1084 wieder an und setzen sich als sehr große Erscheinungen weit in die folgenden Periode bis 1140 fort.

Wie die Sonnenflecken und Nordlichter dieser Periode aus der ersten Maximalzeit 989—1017 in die zweite Minimalzeit der vergangenen Periode zurückgreifen, so ist es auch mit den Wasser- und Wetterphänomenen, wodurch an der Grenze in seltsamer Weise die Hauptcharaktere der Maximal- und Minimalzeiten, die Ueberschwemmungen und Trockenheiten zusammentreffen. Im Jahre **987** war der Frühling sehr regnerisch und veranlaßte bedeutende Ueberschwemmungen; dann aber folgte lang anhaltende Trockenheit, die Gewächse mißriethen, Theuerung entstand und unter Menschen und Thieren brachen Seuchen aus, die bis 990 fortdauerten. Im Jahre 988 verhinderte die Trockenheit das Keimen der Früchte; vom 15. Juli bis 13. August war die Hitze so unerhört, daß fast Alles im Felde zu Grunde ging und eine schreckliche Hungersnoth folgte. Im Jahre **989** folgte auf einen schneereichen Winter und regnerischen Frühling, wobei alle Flüsse überflossen, eine Trockenheit, die sich bis 990 hinein erstreckte. Das Jahr 991 war ein regnerisches und daher unfruchtbar. Durch dieses Zurückgreifen wird die Periode zwischen den zwei Ueberschwemmungen erster Klasse 886 und 989 etwas kürzer, hält sich aber trotz ihrer Ausnahmestellung nahe an 110 Jahre. Unzweifelhaft ist das erste Viertel dieser Periode durch die erwähnten Ueberschwemmungen eine Maximalzeit des Wassers, aber dieselbe beginnt schon vor dem Anfange der Periode, liegt theilweise noch in der zweiten Minimalzeit der vorigen Periode. Diese zweite Analogie mit unserer Zeit ist noch größer als die erste von 585—591: Mitten in der zweiten Minimalzeit liegt zwischen 970 und 980 ein Hochmaximum der Nord-

lichter; etwa 6 Jahre später folgt eine Mischung von Regenzeiten und Ueberschwemmungen mit Trockenzeiten und kalten Wintern.

Der Ausnahmecharakter der ganzen Periode scheint vorwiegend auf der ersten Maximalzeit zu ruhen, da in dieser kein Hochwasser mehr vorkommt, dafür aber andere seltsame Wasserphänomene (§ 9) auftreten.

Andere Ausnahmephänomene sind: Der strenge Winter von 993/4, der durch seine äußerst kalten Winde die meisten Bäume und andere Gewächse zerstörte und die tief durchwühlten Seen bis auf ihr Bett unter den Eispunkt abkühlte, wodurch vielleicht einzigerweise die Seen bis auf den Boden gefroren und die Fische zu Grunde gingen; noch im folgenden Sommer sah die Vegetation aus wie im Winter; die Folgen waren Theuerung und Seuchen. — Die unerhörte Trockenheit des Sommers 1000, in Folge deren alle Wasser verdunsteten und die Fische abstanden; Hungersnoth und Seuchen dauerten bis 1006. — Der lange und kalte Winter von 1010/11, der selbst auf dem Nil Eis erzeugte und das furchtbare Hagelwetter mit Wirbelwind des folgenden Sommers, in dem ganze Eisstücke aus der Luft fielen.

Wie die Nordlichter in die erste Minimalzeit 1017—1045 hineinreichen, so wird auch von 1020 ausnahmsweise eine große Ueberschwemmung gemeldet. Sonst hat diese Zeit die Eigenschaften einer Minimalzeit erster Klasse. Der Winter 1019—20 dauerte sehr lange und war äußerst strenge, so daß viele Menschen durch den Frost umkamen. — Im Sommer 1022 war die Hitze und Trockenheit sehr groß; bei einer zu Aachen gehaltenen Synode fielen mehrere Menschen vor Hitze zu Boden; auch gingen viele Thiere zu Grunde; auch 1025—1028 soll große Trockenheit geherrscht haben. — Auf den strengen Winter 1034—35 folgte ein sehr trockener Sommer; sechs Monate regnete es im Osten gar nicht; in Deutschland gingen beinahe alle Bienen zu Grunde. — Im Jahre 1039 war es ausgezeichnet heiß, aber äußerst fruchtbar. Von jetzt an sistiren nach Wittmanns Chronik der niedrigsten Wasserstände die Trockenzeiten bis 1083, wodurch die erste Minimalzeit, sowie die zweite Maximalzeit genügend charakterisirt sind.

Die zweite Maximalzeit 1045—1073 ist zunächst durch zwei Ueberschwemmungen bezeichnet. Im Jahre 1060 war ein kalter Winter, in welchem Kälte und Schnee so übermäßig waren, daß viele Menschen zu Grunde gingen, und nach welchem wahrscheinlich in Folge schnell eingetretenen Thauwetters große Ueberschwemmungen eintraten. — Im Jahre 1068 gab es nichts als Regen

und Ueberschwemmungen, daher Mißrathen der Feldgewächse. Der Winter war sehr hart. Ueberhaupt waren in dieser Maximalzeit einer Ausnahmeperiode die strengen Winter häufig, aber im Gegensatze zu den Minimalzeiten mit ungeheuren Schneemassen verbunden. Schon der Sommer 1043 war äußerst stürmisch und glich ganz dem Winter; sogar in der Erntezeit gab es Schnee. Frucht und Wein mißriethen gänzlich; unter den Hausthieren brach eine heftige Seuche aus. Der Winter 1043—44 selbst war sehr kalt und schneereich. — In dem äußerst strengen Winter 1044—45 fiel eine große Menge Schnee; die Viehseuche dauerte noch bis 1046 fort. — Im Jahre 1047 lag tiefer Schnee bis in den März hinein, welcher den Wäldern sehr nachtheilig gewesen sein soll.

Nach manchen Jahren der Mißernte, Theuerung und Hungersnoth folgte endlich 1056 ein gelinder Winter und ein für das Wachsthum der Pflanzen sehr gedeihlicher Frühling und Sommer. Aber schon der Winter 1056—57 zerstörte durch seine Kälte und Schneemassen einen großen Theil der Reben, und Hagelwetter im Sommer beschädigten das Getreide. — Das Jahr 1060 mit Schnee und Ueberschwemmungen wurde schon erwähnt. — Der Winter 1062 bis 63 war sehr kalt; besonders stark waren Kälte und Schnee gegen Ende März; noch Mitte April gab es starke Schneefälle, Sturmwinde und Kälte, so daß Vögel und Vieh getödtet wurden und Obstbäume und Weinstöcke Schaden litten. Jetzt hören die starken Schneefälle auf. Nach einer besonders großen Unfruchtbarkeit im Jahre 1069 gab es 1070 soviel Wein, daß man in Verlegenheit kam, ihn aufzubewahren.

In der zweiten Minimalzeit 1073—1101 sind die heißen Trockenzeiten wieder häufig. Im Jahre 1083 war ein sehr heißer Sommer; 1090 unerträgliche Hitze, so daß gar nichts gerieth; 1095 und 1102 sehr windiges, trockenes Frühjahr. Doch gab es dazwischen auch besonders gesegnete Jahre, wodurch dieses Viertel als eine Minimalzeit zweiter Klasse gezeichnet wird, vergleichbar unserer guten Zeit von 1853 bis 1875. Allerdings wird auch für das Jahr 1086 in Wittmanns Chronik der Ueberschwemmungen ein solches Ereigniß angeführt, woraus die Jahreszahl auch in den als Manuscript gedruckten Bericht der hessischen Rheinregulirungs-Commission übergegangen ist. Da jedoch in der viel ausführlicheren handschriftlichen „Naturhistorischen Chronik des Rheingebietes“ für das Jahr 1086 gar nichts erwähnt ist, während für 1085 das „heilige Feuer“ und für 1089 „großes Sterben durch das heilige Feuer“ angeführt wird, so liegt die Vermuthung nahe, daß 1086 eine Ver-

wechselung mit 1068 ist. Möglich wäre es immerhin, daß auch 1086 Hochwasser stattgefunden haben, da die Sonnenflecken und Nordlichter der folgenden Maximalzeit weit in diese Minimalzeit zurückgreifen, wodurch auch im Jahre 1098 ganz nahe an der Grenze Ueberschwemmungen erklärlich sind, die wir jedoch zur folgenden Periode rechnen dürfen. Durch die Zahlen 674, 784, 886 und 889, 987 und 989, 1098 ist die ungefähr 110jährige Periodendauer immer mehr in die Augen springend.

§ 41. **Elfte Periode von 1101 bis 1212.** — Schon lange vor Beginn dieser Periode wurden Sonnenflecken- und Nordlichterbeobachtungen aufgezeichnet; es ist jedoch hieraus nicht zu schließen, daß diese Erscheinungen zahlreicher und glänzender gewesen seien als in älteren Zeiten. In Bezug auf die Sonnenflecken waren die Chinesen zu dieser Zeit fleißige Beobachter, das Interesse an Naturerscheinungen und an der schriftlichen Aufbewahrung derselben mochte auch zugenommen haben, und die Quellen sind jünger, also weniger durch Verluste geschwächt. So wurden denn in China schon 1077, 1078, 1079 Sonnenflecken gesehen, einmal 12, einmal 10 Tage lang. Auch in Europa wurden 1089 nach Crusius und 1096 nach Humboldt solche Erscheinungen beobachtet. Durch die ganze erste Maximalzeit 1101—1129 hindurch wurden Sonnenflecken in China gesehen, nämlich in den Jahren 1104, 1112, 1118, 1120, 1123 und 1129 sogar zweimal. Ja noch in der ersten Minimalzeit 1129 bis 1157 wurden anfänglich diese Erscheinungen wahrgenommen, so 1131, 1136 (10 Tage lang), 1137 (11 Tage lang) und 1138 zweimal. Dann schweigt die Geschichte bis zum Ende der zweiten Maximalzeit 1157—1185 und gibt uns vom Beginne der zweiten Minimalzeit 1185—1212 zwei chinesische Beobachtungen in den Jahren 1189 und 1193 im 12. Jahrh.; noch größere Erscheinungen sind in China im Beginne des 13. Jahrh. beobachtet worden; um 1200 wurde ein Flecken 6 Tage lang, im Jahre 1201 ein solcher 12 Tage und 1205 gar 13 Tage gesehen. Die Nordlichter begrenzen die Viertelperioden etwas genauer. Zwar sind auch von 1084—1140 sehr große Phänomene in Mittel- und Südeuropa gesehen worden; allein 1097 und 1117 sah man selbst in Syrien und Palästina das Nordlicht, wodurch das Viertel 1101—1129 mit Recht den Namen Maximalzeit erster Klasse erhält. In der ersten Minimalzeit wurden von 1140—1150 keine Nordlichter gesehen; dagegen von 1150—1204 sind die Erscheinungen wieder häufig in Mitteleuropa; daß um 1170 und 1180 öfters in der Schweiz und bisweilen sogar in Italien Nordlichter aufgezeichnet wurden, das charakterisirt die zweite Maximalzeit 1157—1185.

Wie die Sonnenflecken und Nordlichter, so greifen auch in dieser Periode die Hochwasser in die zweite Minimalzeit der vorigen Periode zurück. Denn im Jahre 1098 war der Winter äußerst mild und es gab häufig Ueberschwemmungen. — Im Jahre 1118 zeigte sich eine Stunde lang ein so starker Glanz, daß davor der eben scheinende Vollmond erbleichte. Im September trat eine große Ueberschwemmung ein. — Der Winter von 1119 war nicht strenge, aber stürmisch, und obgleich es während desselben häufige Ueberschwemmungen gab, so schadete doch eine ununterbrochene Dürre im März, April und Mai dem Gedeihen des Getreides sehr. — In der Mitte des Juni 1124 gab es die stärksten Regengüsse, so daß Alles überschwemmt wurde und auch das Futter zu Grunde ging; endlich traten sogar noch 1133 während der Ernte Ueberschwemmungen und Regengüsse ein. Durch diese Anzahl von Hochwassern ist das erste Viertel dieser Periode hinreichend als eine Maximalzeit erster Klasse des Wassers gekennzeichnet.

Die erste Ueberschwemmung dieser Periode verglichen mit denen der früheren Zeiten ergab eine Dauer von weniger als 110 Jahren; nimmt man aber die Mittel der Ueberschwemmungen jeder Periode, so ergiebt sich eine Durchschnittsdauer von 111 bis 112 Jahren, was mit 2. 55, 6 und mit 10. 11$^{1}/_{9}$ stimmt. Denn schon im 8. Jahrhundert muß zwar das Hauptgewicht auf 784 liegen, doch ist auch 792 zu beachten, so daß 785 als Mittel wohl richtiger sein wird. Im 9. Jahrhundert ist das Mittel von 886 und 912 das Jahr 897. In der folgenden Periode ist das Mittel von 987, 989 und 1020 zu nehmen, also wohl das Jahr 1008. Und in der letzten Periode sind 1098, 1118, 1124 und 1133 zu beachten, wodurch das Mittel 1120 entsteht, so daß wir folgende Durchschnitts-Reihe von 111 bis 112jährigen Perioden erhalten: 674, 785, 897, 1008, 1120, wodurch die Existenz einer 111—112jährigen Periode sicher steht.

Wie es der trübe Himmel oder die wasserdampfgesättigte Atmosphäre wasserreicher Zeiten mit sich bringt, kommen in dem ersten Viertel oft milde Winter vor; jedoch werden auch und zwar besonders gegen Anfang und Ende der Maximalzeit kalte Winter, heiße Sommer, trockene Zeiten erwähnt. Nicht entfernt zu vergleichen ist aber deren Zahl und Intensität mit jenen der ersten Minimalzeit 1129—1157. Schon 1127 war der Winter sehr kalt und der Sommer zeichnete sich durch seine Trockenheit aus; an manchen Orten schlug das Feuer aus den Erdspalten hervor und konnte durch nichts gelöscht werden. — Im Jahre 1130 soll der Sommer sehr heiß gewesen sein; es gab Erdbrände und im Elsaß

soll der Rhein vertrocknet sein, eine Nachricht, welche allerdings übertrieben scheint. Der Winter war ziemlich kalt. — Vom Jahre 1135 wird berichtet, daß der Sommer und Herbst äußerst heiß und trocken gewesen sei und alle Quellen vertrockneten. Auch in Augsburg war man wegen des Mangels an Wasser in großer Noth, Gesträuche und Bäume entzündeten sich von selbst, wodurch man auch in der Stadt in nicht geringen Schrecken versetzt wurde. An manchen Orten schlugen, wo die Pflugschar in den Boden schnitt, zum größten Schreck Flammen heraus. Ja wenn man Schwefel auf den Boden warf, entzündete er sich an manchen Orten von selbst. In diesem Jahre wurde wegen des niederen Wasserstandes der Donau die Brücke bei Regensburg zu bauen angefangen. Aus dieser etwas übertriebenen Angabe läßt sich schließen, daß auch der Rhein damals sehr klein gewesen ist, wenn diese Angabe nicht eine Verwechselung mit 1137 ist. Denn in diesem Jahre war der Rhein bei Bonn wegen großer Trockenheit so schmal, daß man zu Fuß durch denselben gehen konnte. — Auch 1136 war ein sehr trockenes Jahr und 1138 sehr fruchtbar an Getreide und ausgezeichnet gutem Wein. — 1143 und 1145 waren sehr strenge Winter, ebenso 1155, worauf ein trockener Sommer mit geringer Ernte folgte; im Jahre 1156 ist eine große Theuerung entstanden, wegen der großen Hitze und Dürre ist das Erdreich ausgetrocknet und hat sich selbst entzündet, wodurch an etlichen Orten große Wälder verbrannten. Durch diese Angaben stellt sich die erste Minimalzeit als eine Zeit des Wassermangels wie gewöhnlich dar.

Trotz seines entschieden trockenen Charakters hat das Minimalviertel doch auch eine nasse Zeit, die sich in mehrjährigen Ueberschwemmungen gipfelt, wie in unserer Periode 1816—1824 und 1875—1883, sowie in den alten Perioden 583—590 (§ 36) und 987—990 (§ 40); ob die Nässe der Minimalzeit der elften Periode auch wie in den eben genannten Beispielen auf ein tiefes langes Minimum oder ein sehr schwaches Maximum fällt, das einem Hochmaximum folgt, ist natürlich mit Bestimmtheit nicht zu sagen; vermuthen könnte man es wenigstens nach den Sonnenflecken, da 1136, 1137 und 1138 bedeutende Fleckenerscheinungen stattfanden, die nachher lange Zeit nicht mehr aufgezeichnet sind. Wir hätten also hier eine dritte Analogie mit unserer Zeit. Ueber diese nasse Zeit liegen folgende Angaben vor: Um 1139 fingen die Sümpfe und Quellen, die eine Reihe von Jahren trocken gewesen, wieder an zu fließen. — 1144 herrschte im Sommer und Herbst immer Regenwetter, die Ernte wurde äußerst verspätet, es erfolgte Mangel

und Viehkrankheiten; gleiches in erhöhtem Maße traf 1146 ein und im Gefolge Hungersnoth und Seuchen, die bis 1148 dauerten. — Der Winter 1149/50 war lang und kalt, man sah häufig Nordlichter und andere Meteore; im Frühling trat schnell Thauwetter ein, wodurch die Donau bedeutend anschwoll und weit und breit ihre Gestade überschwemmte, Brücken und Gebäude mit sich fortführte. Der Sommer war gewitterreich und die Feldfrüchte mißriethen ganz. — Im Jahr 1151 hat es vom 24. Juni bis Mitte August anhaltend geregnet. — 1152 gab es eine Menge Wein in Würtemberg; der Rhein richtete durch Ueberschwemmungen große Verheerungen an. — Im Sommer 1154 fanden des Höhenrauchs ungeachtet große Ueberschwemmungen statt. Nach diesem 15jährigen nassen Interim setzt sich die Trockenheit fort.

Auch im Beginne der zweiten Maximalzeit 1157—1185 finden sich noch einige sehr trockene Jahre; doch bald beginnt das Wasser seine Herrschaft; 1162 verheerten Meeresfluthen Friesland und Ditmarschen. 1163 war ein sehr kalter Winter; Ueberschwemmungen der Flüsse, besonders der Weser am 19. Februar. 1170 Erdbeben in der Schweiz und Deutschland. In diesem Jahre ist das Wasser durch die stürmenden Winde so hoch aufgeschwollen, daß es bis in die Stadt Utrecht reichte. 1173 gab es schon im Januar heftige Gewitter und das Schmelzen des Schnees erzeugte im Frühjahr schädliche Ueberschwemmungen. Der Sommer des Jahres 1174 war kalt und regnerisch, der Rhein und seine Nebenflüsse traten aus. Auch 1175 und 1176 waren Hochfluthen in Holland. Wenn hiernach der Maximalcharakter des Viertels unzweifelhaft feststeht, so ist doch nicht zu vergessen, daß in einem Maximum II. Cl. die Maximaleigenschaften weniger stark auftreten und manchmal mit den Minimaleigenschaften wechseln. So enthält dieses Viertel eine beträchtliche Anzahl guter Jahre z. B. 1180—1186, wo nach dem Chronisten der Ueberfluß, wie sonst der Mangel, Seuchen veranlaßte. Auch trockene, heiße Sommer kommen vor; so war 1171 die Hitze in Deutschland außerordentlich; 1173 trockner und heißer Sommer, 1176 ein durch seine Trockenheit ausgezeichneter Sommer. 1177 soll ebenfalls nach Lycosthenes eine große Trockenheit geherrscht haben. Schnurrer glaubt, daß hier eine Verwechselung mit dem vorausgegangenen Jahrgang stattgefunden habe; er sagt ferner, die Cont. Sigeb. schreibt aber ausdrücklich: in dem Jahre, in welchem Kaiser Friedrich sich mit dem Pabst Alexander III. aussöhnte, sei der Sommer und Herbst sehr trocken und die Ernte sehr unergiebig gewesen.

Bis hierher ist die elfte Periode als eine echte Regelperiode

verlaufen; die zweite Minimalzeit 1185—1212 scheint jedoch schon dem Ausnahmezustand der folgenden Periode anheimzufallen. Dies ist jedoch kein Widerspruch gegen unsere Theorie, sondern eine nothwendige Folge derselben. Denn die zweite Minimalzeit enthält nicht weniger als fünf chinesische, meistens vieltägige Sonnenflecken-beobachtungen; auch die Nordlichter erstrecken sich von 1150—1201 und die stärksten Erscheinungen fallen an das Ende der zweiten Maximalzeit. Diese Ausnahmen müssen die Minimalzeit fast in eine Maximalzeit umwandeln. Anfänglich kommen zwar noch heiße, trockene Sommer vor, so 1188 und 1189. Aber schon 1190 folgte auf einen gelinden Winter ein lang anhaltendes Regenwetter, und im Jahre 1192 wurde die Frankfurter Brücke durch Hochwasser und Eisgang beschädigt. — Im Jahre 1193 ereignete sich durch die Donau und andere Flüsse eine zweimalige Ueberschwemmung, so daß viele Orte und Felder unter Wasser standen. Durch anhaltendes Regenwetter sind alle Feldfrüchte und Weinstöcke verdorben, wodurch im folgenden Jahre Hungersnoth entstand. — Im März 1196 herrschten heftige Stürme und Ueberschwemmungen. Der Sommer war feucht und kalt, und es begann eine Theuerung, die noch 1197 und 1198 fortdauerte. — Am letzten Februar 1208 war eine Verfinsterung der Sonne, worauf unerhörte Regen und Ueberschwemmungen folgten. Im Jahre 1209 war ein regen- und gewitterreicher Sommer, besonders vom 29. Mai bis 9. August, von welchem Tage an es eine ganze Woche ohne Unterbrechung regnete. Wie um den Minimalcharakter zu wahren, gab es dazwischen auch kalte Winter und trockene Sommer; so war 1200 ein sehr kalter Winter, 1204 und 1205 zwei kalte und lange Winter, und warme und trockene Sommer. Auch 1210 und 1211 waren sehr kalte Winter; in ersterem waren der Po und die Rhone zugefroren, bei Venedig fuhren beladene Wagen über das gefrorene adriatische Meer.

§ 43. **Zwölfte Periode von 1212—1324.** — Aus der ganzen Periode liegt über Sonnenflecken nicht eine Nachricht vor. Fritz gibt zwar die Zeiten 1219—1263 und 1271—1325 als Nordlichtzeiten für Mitteleuropa an, jedoch ohne für die erste Zeit irgend etwas hervorzuheben; nur bei dem zweiten Zeitraum 1271—1325 steht der Zusatz, „in der Schweiz“. Die ganze Periode scheint daher arm an diesen Erscheinungen gewesen zu sein; ähnlich ist es mit den Wasserverhältnissen. Wittman erwähnt in seiner Chronik der Rhein-Ueberschwemmungen nur eines dieser Ereignisse und zwar im Jahre 1322, das man fast zur folgenden Maximalzeit rechnen kann. In seiner Chronik der niedrigen Wasserstände zählt man in der elften und dreizehnten Periode 16 besonders trockene Jahrgänge, in der zwölften

aber 21. In seiner naturhistorischen Chronik der Rheinlande werden allerdings mehr Hochwasser angeführt, aber doch weniger als für die vorhergehende und folgende Periode; und die meisten dieser Ueberschwemmungen sind mehr lokalen Charakters, in heißen Sommern veranlaßt durch starke Gewitter mit Wolkenbrüchen, in ungewöhnlich kalten Wintern durch colossale Eismassen und deren Stopfungen; die allgemeinen Hochwasser der Flüsse sind äußerst selten. Dagegen ist die Zahl und Macht der Hochfluthen der Nordsee ganz unerhört. Nicht weniger als 15 Hochfluthen ergossen sich in diesem Zeitraum über Flandern, Holland und Friesland, tödteten viele Tausende von Menschen, zerstörten Hunderte von Dörfern und Städten und begruben große Theile des Festlandes und der Inseln für immer ins Meer. So entstand zu jener Zeit der Jahdebusen, der Dollart, und ein kleiner Landsee ward in den großen Meerbusen umgewandelt, den wir jetzt Zuydersee nennen; die Insel Helgoland verlor den größten Theil ihres Landes. Es ist, als ob die unbekannte, kosmische wasserhebende Gewalt, da sie in den Flüssen und Gebirgen nicht viel Wasser fand, sich auf das Meer geworfen habe. Obwohl durch den Wassermangel auf dem Lande die ganze Periode den Charakter einer Minimalzeit, wenig allgemeine Ueberschwemmungen und zahlreiche trockene Jahre, erhält, und obwohl demnach der Mischcharakter vorherrscht, so sind doch die vier Abtheilungen der Periode nicht zu verkennen.

In der ersten Maximalzeit 1212—1240 wird nur eine Ueberschwemmung und zwar vom Jahre 1235 angeführt; doch muß dieselbe von Bedeutung gewesen sein, da nicht bloß der hölzerne Theil der Frankfurter Mainbrücke, sondern auch einige oder alle Pfeiler von dem großen Gewässer hinweggetrieben wurden. Da auch die kleinen Ueberschwemmungen der neunziger Jahre hierher zu rechnen sind, so wird wohl 1231 als Durchschnittszahl in die 110jährige Periodenreihe angenommen werden können. Von den 21 trockenen Jahren dieser Periode fallen in die erste Maximalzeit nur drei; durch diese geringe Zahl und jene große Ueberschwemmung ist die Maximalzeit hinreichend bezeichnet. Gewiß auch noch durch die dreijährige Nässe, die nach Chron. Polonorum in den Jahren 1221—24 stattgefunden hat. Im Jahre 1221 hat es von Ostern bis in den Herbst fortwährend geregnet, so daß alles verdorben ist, und hat die grenzenlose Nässe drei ganze Jahre gewährt, so daß Menschen und Vieh haufenweis Hungers gestorben. Da diese Zeit in den Beginn der Nordlichtzeit 1219—63 fällt, so liegt die Vermuthung nahe, daß sie mit der Zeit kleinster Maxima nach einem großen zusammenfällt, wodurch eine vierte Analogie mit unserer Zeit entsteht.

In die erste Minimalzeit 1240—1268 fallen von den 21 trockenen Jahrgängen nicht weniger als 8, und dieselben sind von hervorragender Trockenheit, wie folgende Angaben zeigen. Im Jahre 1252 gab es mehrere Spätfröste, darauf folgte große Trockenheit bis zum Juli. — Im Jahre 1258 im Winter war über Deutschland, England und Spanien eine solche Trockenheit verbreitet, daß man z. B. am 1. Februar trockenen Fußes bei Ensdorf durch die ausgetrocknete Vils gehen konnte; 1259 herrschte eben so große Trockenheit. — 1263 war ein sehr trockener Jahrgang, aber die Ernte ziemlich gesegnet. — 1268 regnete es in der Gegend von Colmar niemals während der ganzen Zeit von Mathiasfeiertag bis zum Feste der sieben Brüder, also 19 Wochen lang nicht. — In dieser Minimalzeit kommen jedoch auch, dem Mischzustande entsprechend, zwei Ueberschwemmungen vor, aber gewiß ohne besondere Bedeutung; denn 1250 folgte im südwestlichen Deutschland auf einen schneereichen Winter ein nasses, durch Ueberschwemmungen schädliches Frühjahr und ein regnerischer Sommer. Im Jahre 1261 traten der Rhein und seine Nebenflüsse so plötzlich aus, daß viele Menschen und Thiere ertranken und an Gebäuden großer Schaden angerichtet wurde.

Die zweite Maximalzeit 1268—1296 und die zweite Minimalzeit 1296—1324 enthalten auch nur wenige allgemeine Ueberschwemmungen, dagegen sind sie, was Trockenheit und Temperatur anbelangt, sehr extrem. Zu jedem von den beiden Vierteln gehören 5 von den 21 trockenen Jahrgängen der zwölften Periode; jedoch sind die fünf Trockenzeiten des letzten Viertels weit intensiver wie die der zweiten Maximalzeit, wie folgende Angaben zeigen. Im Jahre 1270 war der Sommer äußerst trocken, so daß die Ernte ganz mißrieth, aber ein vorzüglicher Wein wuchs. — Im Jahre 1276 war es so trocken, daß viel Vieh wegen Mangel an Futter umkam und die Trauben am Rhein schon Mitte August reif waren. — Als 1277 das Münster zu Straßburg zu bauen angefangen wurde, herrschte eine so anhaltende Dürre, daß Futtermangel entstand; auch im Jahre 1293 war der Sommer heiß und trocken. — Anno 1294 fing es im Brachmonat an dürr zu werden und es hatte die Trockenheit im Sommer noch zugenommen, alle Quellen und Flüsse versiegten, das Vieh mußte man aus Mangel an Futter tödten, selbst die Blätter an den Bäumen vertrockneten. Die Ernte war vor Johannistag.

Die letzte Trockenheit ist schon excessiv, liegt sie ja ganz nahe an der zweiten Minimalzeit; für diese selbst sind die Berichte noch stärker. Im Jahre 1303 kam ein ganz ungewöhnlich heißer Sommer, während dessen es beinahe gar nicht regnete, so daß man

an mehreren Orten den Rhein durchwaten konnte und es schon um Johannis reife Trauben gab. Ebenso lagen die Loire, die Seine, die Donau trocken. — Auch 1304 herrschte eine solche Trockenheit, daß die Donau an mehreren Stellen zwischen Krems und Neuburg mit Wagen und Pferden passirbar war. — Anno 1305 muß ebenfalls ein sehr niedriger Wasserstand des Rheins gewesen sein; denn man fand diese Jahreszahl bei dem niedrigsten Wasserstande unseres Jahrhunderts 1858 auf einem Stein in dem Flußbette der Aar bei Olten eingegraben. — Im Jahre 1314 war nach Toaldo der Sommer feucht und kalt, nach Pfaff schadete jedoch eine 13 Wochen lange Dürre in Schwaben. — Auch 1321 wird von Webster als ein trockenes Jahr bezeichnet; dagegen gab es nach Toaldo Ueberschwemmungen in Italien. Hier macht sich schon, wie bei dem Hochwasser von 1322, der Einfluß des folgenden Maximums erster Klasse geltend.

Wie die klare, trockene Luft der Trockenzeiten im Sommer hohe Temperaturen bewirkt, so muß die ungehinderte Ausstrahlung im Winter große Kälte erzeugen; darum finden wir auch in diesen minimalen Zeiten viele kalte Winter, weniger in der zweiten Maximalzeit als in der zweiten Minimalzeit; diese enthält doppelt so viele kalte Winter als jene, und ihre Winter sind von wahrhaft unerhörter Strenge. Jene zweite Maximalzeit aber mit ihrem gemäßigt minimalen Charakter war überhaupt eine goldene Zeit, viele milde Winter und eine große Zahl ausgezeichnet fruchtbarer Jahre, besonders vom Jahre 1276 an bis zum Schlusse des Jahrhunderts. Im Jahre 1279 kostete 1 Malter Korn in Bingen 10 Binger Heller und ein Viertel Wein 2 Binger Heller. Dagegen in der extrem trockenen und kalten zweiten Minimalzeit begann mit dem Jahre 1310 eine 18jährige Periode des Mißwachses, die nur durch zwei fruchtbare Jahre unterbrochen wurde. In dieser traurigen Zeit, wo allein in Mainz 16000 Menschen in dem Jahre 1312 an der Pest starben, kostete zuletzt ein Scheffel Dinkel 2 $^1/_2$ Pfund Heller, ebensoviel als ein Juchart Feld. Ein Stück Brod wie ein Taubenei kostete in Bingen 3 Heller.

Die Ueberschwemmungen der beiden Zeiträume sind zwar der Zahl nach nicht unbedeutend, jedoch sind es nur wenige allgemeine Hochwasser des Rheingebietes, die größere Zahl ist dagegen lokal, in der Maximalzeit hervorgebracht durch Gewitter der heißen Sommer, in der Minimalzeit durch das Eis unerhört kalter Winter. Schon von 1271 heißt es: Mißjahr wegen vieler Nebel, Regen und Kälte; ganz dasselbe wird von 1272 ausgesagt, aber es ist noch zugefügt: es gab Ueberschwemmungen. — Im Jahr 1275 regnete es

vom Mai bis in den Herbst hinein so stark und anhaltend, daß das Getreide auf den Feldern faulte und der Wein ganz ungenießbar wurde. Am 29. Juni lief der Rhein mit großem Ungestüm an; alle Flüsse in Deutschland traten aus. — In dem sonst fruchtbaren Jahre 1276 hatte es auch große Wassergüsse gegeben, so daß etliche Dörfer und auch ein Bruch eingerissen wurden, wie die Annales bingenses melden; auch hatte im August das Wasser des Mains die steinerne Brücke in Frankfurt ruinirt. — Im Jahre 1278 ergoß sich der Neckar so häufig, wie seit Menschengedenken nicht geschehen; namentlich gingen zu Heidelberg viele Menschen durch die Fluth zu Grunde. — Der Sommer des Jahres 1280 war besonders durch heftige Gewitter und Ueberschwemmungen ausgezeichnet; auch gab es ganz vorzüglichen Wein. — Die meisten dieser Fluthen waren wohl nur lokalen Charakters, durch starke Gewitter mit Wolkenbruch veranlaßt. Manche werden direct so geschildert, z. B. am 28. Juli 1293 richtete ein starkes Gewitter in den Gegenden am Rhein, Neckar und Donau großen Schaden an; es gab vorzüglichen Wein, namentlich in Stuttgart. Wenn diese Fluthen auch meist lokal waren, so ist ihre Häufigkeit zusammen mit den zwei allgemeineren doch ausreichend, um selbst in dieser minimalen Periode die zweite Maximalzeit deutlich hervorzuheben.

Lokal sind auch die meisten Fluthen in der zweiten Minimalzeit. Im Mai des Jahres 1300 that die ergossene Pegnitz in Nürnberg großen Schaden. — Im Jahre 1301 war der Winter sehr stürmisch, auch gab es viele Ueberschwemmungen, die Luft war aber so warm, daß im Januar die Bäume ausschlugen. Andere allgemeine, wie auch lokale Fluthen entstanden durch das Aufbrechen und Stopfen des Eises der furchtbaren Winter dieser Zeit. So war der Winter 1305/6 dermaßen kalt, daß man mit Frachtwagen mit den schwersten Lasten die Flüsse in Deutschland passiren konnte. In Frankreich waren alle kleinen Flüsse zugefroren, sämmtliche Häfen in Dänemark und Schweden waren mit Eis bedeckt, nicht minder das Kattegat. Von diesem Winter datirt der Gebrauch der Kopfbedeckungen in Dänemark. Am Feste purificationis oder Lichtmeß (2. Februar) trat Thauwetter ein, und alle Flüsse wie Rhein und Main, die zugefroren waren, brachen auf, und es traten Ueberschwemmungen ein. In Frankfurt schwoll der Main so hoch an, daß das Eis zwei Brückenthürme und den größten Theil der Brücke wegstieß, wobei viele Menschen (einige Quellen sagen 500), welche eben auf der Brücke standen und dem Eisgang zusahen, von den Wellen verschlungen wurden. In Mainz stieß das Eis ein Stück Stadtmauer ein

und verflötzte viele Felder. Noch am 1. Mai viel tiefer Schnee. — Auch das Jahr 1313 war ein Mißjahr. Großes Sterben (Pocken) in Frankfurt a. M. Auf den 1. Mai ist eine hohe Fluth gekommen, welche überaus großen Schaden in dieser Gegend gethan. Wittmann fügt hinzu: „Da diese Mittheilung in der Chronik unmittelbar auf eine Ueberschwemmung des Mains im Jahre 1306 am 1. Februar folgt, so kann nur die Gegend von Frankfurt gemeint sein.“ Die beiden Ueberschwemmungen mögen lokal gewesen sein. Vom Standpunkte dieser Schrift sind wir jedoch nicht berechtigt, lokale Hochwasser auszuschließen, nur geringeres Gewicht ist ihnen beizulegen. Nur solche Fluthen wären auszuschließen, die ausschließlich durch eine Eisstopfung entstanden und einige Stunden nach deren Beseitigung dem gewöhnlichen Wasserstande wichen. Solche kommen aber kaum vor; die gewöhnlichen Hochwasser der Eisgänge sind mit dem Aufthauen großer Schneemassen, mit starken Regenfällen u. s. w. verbunden, können also ebenso gut wie die Sommer- und Herbsthochwasser von der kosmischen Gewalt herrühren, welche die Sonnenflecken erzeugt und mit ihnen oder durch sie die Nordlichter, die Hochwasser u. s. w. Wir müssen also, wenn wir consequent sein wollen, trotz der exorbitanten Trockenzeiten und der unerhört kalten Winter, welche die zweite Minimalzeit charakterisiren, ein sporadisches Eingreifen jener Gewalt zugestehen. Wir sind sogar dazu berechtigt trotz des Mangels an Sonnenfleckenbeobachtungen, da nach Fritz die Nordlichter dieser Zeit sich bis 1325, also durch die ganze zweite Minimalzeit erstrecken und die hervorragende Größe einzelner Erscheinungen dadurch andeuten, daß sie sogar in der Schweiz sichtbar waren. Es mag ja der Ausnahmecharakter der Periode hier darin zum Ausdruck kommen, daß die zweite Minimalzeit ein Gemisch der beiden Charaktere ist, daß sich in ihr schon der Einfluß der folgenden colossalen Maximalzeit geltend macht.

Auch im Jahre 1317 ist übergroßer Wasserreichthum unverkennbar. Die Chronik sagt: Der Winter von 1316/7 war sehr kalt, und da der Schnee bis Ostern liegen blieb, so erstickte das Getreide darunter. Die schlechte seitherige Witterung dauerte fort, es überflossen nicht blos alle Flüsse in Frankreich, Deutschland, Ungarn und Böhmen, sondern das Wasser drang sogar auch aus der Tiefe der Erde hervor. Der Mangel steigerte die Früchte zu ungeheuren Preisen, ein Sack Kernen kostete fünf Pfund Basler Währung; wer es nicht kaufen konnte, kochte die Mistel von den Bäumen. Es gab fast keinen Wein. — Auch 1320 und 1322 waren nasse Jahrgänge. Die Nähe der großen Maximalzeit macht sich hier entschieden geltend,

besonders in der großen Ueberschwemmung von 1322. Das Jahr hatte einen kalten Winter, in welchem die Ostsee so fest fror, daß man von Lübeck aus nach Dänemark und nach Preußen auf dem Eise reisen konnte, und Wirthshäuser auf demselben errichtet waren. Am 15. Februar gab es in Frankfurt a. M. eine Ueberschwemmung, wie hier niemals vorher gesehen wurde. Am 22. Juni ergoß sich der Rhein, stieg aus seinem Ufer und überschwemmte im Stift Utrecht und in Holland die flachen Länder auf weit und breit; außer einer großen Menge Viehs sind damalen 80 Menschen umgekommen.

§ 43. **Dreizehnte Periode von 1324 bis 1435.** — Auch aus dieser Zeit fehlen die Fleckenbeobachtungen gänzlich; jedoch zeigen die Angaben über die Nordlichter, daß damals jedenfalls auch auf der Sonne eine ungemeine Thätigkeit geherrscht haben muß. Denn schon die Nordlichtzeit der vorigen Periode zieht sich durch die ganze letzte Minimalzeit derselben bis in die neue Maximalzeit (1324 bis 1352) hinein, nämlich bis zum Jahre 1325. Dann sistirt die Entwickelung großer Phänomene nur 11 Jahre, beginnt wieder mit 1336, steigt bis 1350 sehr bedeutend, wo die großen Erscheinungen selbst im Süden Europas beobachtet werden, und dauert in der ersten Minimalzeit 1353—1380 fort bis 1370. Ganz entsprechend zieht sich auch die Periode der großen Ueberschwemmungen bis ins Jahr 1374, wandelt also die theoretische erste Minimalzeit in eine Maximalzeit um; und da diese auch auf die theoretische erste Maximalzeit influirt, in welche außerdem die Nordlichtentwickelung der vorigen Periode hineinragt, so steigert sich die erste Maximalzeit zu unerhörter Höhe, zu der größten Ueberschwemmung, von der überhaupt die Geschichte erzählt. Natürlich muß das Sistiren der Nordlichter von 1325—1336 (und der Flecken) auch im Verhalten des Wassers angedeutet sein. So sehen wir denn in dieser Zeit den schroff minimalen Charakter der letzten Minimalzeit, die starken Trockenzeiten und unerhört kalten Winter, sich allmälig durch den Einfluß der Maximalzeit mildern, die sporadischen Maximalwirkungen, die lokalen Eis- und Gewitterfluthen für eine Zeit lang ganz aussetzen, wonach sie durch andauernde Regen- und Schneefälle ersetzt werden, die immer mehr an Stärke, Dauer und Ausbreitung wachsen und sich endlich zu Colossalfluthen vereinigen.

Noch im Jahre 1323, kurz vor der ersten Maximalzeit 1324—1352 war ein äußerst strenger Winter mit Eisfluthen; auch noch 1324 hatte einen sehr kalten Winter, aber ohne Ueberschwemmung, während 1325 der Winter durch seine Schneemenge schädlich wirkte. — Um 1328 „endete die Jammerzeit seit 1310“, es

gab Getreide, Wein und Obst in Ueberfluß, und die gesegneten Jahrgänge wiederholten sich häufig. Auch trockene Jahre und kalte Winter kommen noch vor; jedoch schon von 1325 an viele schnee- und regenreiche Zeiten, Charaktere der Maximalzeit. So war im Juli 1331 beständiger Regen, der alle Früchte verdarb; 1334 im April ein tiefer Schnee, der 3 bis 5 Tage liegen blieb, jedoch die Fruchtbarkeit des Jahres nicht störte; 1335 gediehen wegen des vielen Regens weder Frucht noch Wein. Im Jahre 1338 stand am Tage Cosmae und Damianis (27. September) der Main in Frankfurt an der großen Kirchenthüre bei der Orgel des Domes St. Bartholomäi. Nach 2 strengen Wintern, wo die Erde tief mit Schnee bedeckt war, entstand am 23. Januar 1342 ein schreckliches Donner- und Hagelwetter, worauf noch im April heftige Kälte und dann ein nasser Sommer folgte. Schon im Frühling entstand in Folge des schmelzenden Schnees eine Ueberschwemmung, jedoch im Sommer gab es Ueberschwemmungen in allen Gegenden.

Die Rheinüberschwemmung des Jahres **1342** ist die größte und verbreitetste, die in der Geschichte aufgezeichnet ist. Das Wasser stand in Mainz so hoch, daß es im Dome einem Manne bis an den Gürtel ging (et mirabilis etiam inundatio anno 1342 circa S. Joannis Baptistae festum diem, adeo ut in Moguntina Metropolitana flueret ad hominis usque cingulum aqua. Serrarius, Mog. rer. libr. V.) In Köln stand der Rhein so hoch, daß man in Nachen über die Stadtmauern fuhr. Der Main war am 22. Juli in Frankfurt so gestiegen, daß fast die ganze Stadt unter Wasser stand, das in den Kirchen eine Höhe von 3 bis 9 Fuß erreichte. Am Portale der Weißfrauenkirche ist in 2 m Höhe ein Stein eingemauert, der folgende Inschrift trägt: „a MCCCXLII in profesto Magdalenae inundavit Moganus et senatus populusque francofurtensis voto me frequentavit.“ Bis 1527 wurden jedes Jahr am Magdalenentage die Bittprocessionen wiederholt. Die Angst in der Stadt war unbeschreiblich; viele Leute wanderten in die benachbarten Dörfer aus, die Sachsenhäuser erbauten Hütten auf dem Mühlberg. Am 24. Juli riß der Main den Jakobsthurm an der Brücke, die neue Kapelle und den größten Theil der Brücke selbst ein. Auch in Würzburg wurde die Brücke weggerissen und selbst die Pegnitz bei Nürnberg war angeschwollen, während der Rhein, die Waal und die Maas einen großen Theil von Holland unter Wasser setzten. Jedoch beschränkte sich die Ueberschwemmung nicht auf das Rheingebiet, sondern trat in vielen Gegenden Deutschlands verheerend auf; so wurden die Brücken bei Dresden, Frankendorf, Waizendorf, Bebenberg

u. s. w. fortgerissen, und bei Straubing lief die Donau über die Brücke. Auch 1343, 1344, 1346, 1347 waren noch Jahre reich an Regen und Ueberschwemmungen; erst 1350 folgte auf eine regnerische Witterung eine große Trockenheit, und der Winter von 1351/52 war sehr kalt, ging aber einem heißen Sommer voran. Hierdurch ist die beginnende erste Minimalzeit 1352—1380 angedeutet.

In dieser Zeit kommen jedoch ebenso wie in der ersten Maximalzeit nur 4 hervorragend heiße und trockene Jahrgänge vor, deren Wasserarmuth aber die der Maximalzeit bedeutend überbietet. So war nach den Annales bingenses „dieß jahr 1353 eine solch truckene und dürre zeit, daß der Rhein an villen orthen so dün und klein war, daß ein knab von 18 jahren dadurch gehen konnt". Nach Serrarius war dies bei Mainz sogar einem Knaben von 10 Jahren möglich. Auch 1362 und 1366 waren noch trockene Jahrgänge. Wenn nun sowohl hierdurch, wie auch durch häufige kalte Winter als 1356, 1357, 1358, 1362, 1364 (Rhein 2 ½ Monat zugefroren) u. s. w. die Minimalzeit bezeichnet ist, so überwuchert doch, wie schon erwähnt, der Maximalcharakter des Jahrhunderts fast die ganze Minimalzeit. So lesen wir denn in Wittmanns Chronik des Rheingebietes, daß bis zum Jahre 1380 noch zehn Ueberschwemmungen auftraten. Nach dem kurzen minimalen Interregnum von 1350—1356, wo „der schwarze Tod" die Herrschaft führte, regnete es in dem milden Winter 1356 sehr viel, deßhalb gab es Ueberschwemmungen, und der Rhein wuchs über seinen gewöhnlichen Stand. — Manche Ueberschwemmungen waren nur lokal, so 1357 durch einen Wolkenbruch bei Mainz. — In Italien lag 1358 der Schnee 10 Brassen hoch. Im Jahre 1359 befiel die Menschen große Furcht, da sie nie den Himmel sahen, unaufhörliche Regen erzeugten Rheinüberschwemmungen, wie sie viele Jahre nicht geschehen waren. — Ebenso war Anno 1366 von Ostern bis Christi Himmelfahrt unaufhörliches Regenwetter mit starken Ueberschwemmungen. — Im März 1367 war eine große Ueberschwemmung des Rheines, als der Schnee schmolz, weil der Winter lang und hart war, so daß das Wasser außer 1342 nicht höher stand und viele Häuser zerstört wurden. — Im Jahre 1372 war der Winter sehr rauh mit vielem Schnee und dauerte bis St. Gregoriustag (12. März). Gegen Ende Februar war der Rhein gewachsen durch den geschmolzenen Schnee, weil viele Jahre vorher solcher Schnee nicht gesehen worden war als in diesem Winter. — Im Jahre 1373 war Donnerstags vor Fastnacht eine so große Wasserfluth, daß

der Rhein und die Lahn 26 Fuß stiegen. Dieselbe entstand durch das schnelle Schmelzen eines großen Schnees, des größten, der seit 100 Jahren gefallen war. Die Ueberschwemmung dauerte 5 Tage und 5 Nächte auf und ab; besonders die Lahn richtete ungeheure Zerstörungen an. — Auf das Fest der heil. drei Könige, am 6. Januar 1374 kam ein so furchtbarer, von entsetzlichen Regengüssen begleiteter Nordwind, daß er eine Menge Dächer und einige kleine Häuser zerstörte und eine solche Ueberschwemmung entstand, wie seit 1342 nicht gesehen worden war. In Mainz waren alle Keller und Häuser in den niedriggelegenen Stadttheilen voll Wasser. Der Rhein stand in der Schule des Liebfrauenstifts und bis an die Stufen dieser Kirche. In demselben Jahre gab es noch um Fastnacht eine schreckliche Ueberschwemmung, die auch von Bingen und Köln aus als sehr zerstörend geschildert wurde; der ungemein fruchtbare Sommer dieses Jahres hätte sie bald in Vergessenheit gebracht, wenn sie nicht später sich nochmals erneuert hätte.

Da die ungeheure Maximalzeit des 14. Jahrhunderts auch die Minimalzeit völlig verschlang, fast bis 1380, jedenfalls bis 1374 dauerte, da jedoch auf eine Maximalzeit gewöhnlich eine Minimalzeit folgt, so dürfen wir von 1380—1408 oder besser gesagt, von 1374—1402 eine Minimalzeit erwarten, worauf dann wieder eine Maximalzeit folgen dürfte; demnach wären in der zweiten Hälfte der 13. Periode die Rollen vertauscht, von 1374—1402 eine Minimalzeit, von 1402—1430 eine Maximalzeit. Wir dürfen diese Vermuthung hegen, wenn die Nordlichterscheinungen sie zulassen. Allerdings sistiren die Nordlichter von 1370—78, und erstrecken sich nach Fritz von 1378—1403; da nun die Wasser- und Wetterphänomene den Flecken und Nordlichtern nachfolgen, wie ja auch so eben die Nordlichter bis 1370, die Ueberschwemmungen aber bis 1374 dauerten, so dürfen wir eine kurze Minimalzeit erwarten, der jedoch nur eine schwache Maximalzeit folgen kann; denn die Nordlichter dauern nur bis 1403 und waren, wie Fritz ausdrücklich hinzufügt, weniger bedeutend.

Die vertauschte Minimalzeit setzte 1375 schroff mit einem übermäßig heißen Sommer ein, dem 1378 ein sehr strenger und langer Winter folgte; und wenn auch heiße Sommer und kalte Winter noch öfter wechselten, so war doch die Zeit von 1379—1400 eine ungewöhnlich gesegnete, sehr reich an Frucht, Obst und Wein, die eine oft lächerliche Billigkeit erreichten, so z. B. daß ein Küfer für ein neues, leeres Faß ein gleich großes und noch ein kleines mit Wein gefülltes Faß erhielt. Die Nähe zweier Maximalzeiten ließ

eben keine lang dauernde Trockenheit zu Stande kommen. Nur 1387 (oder 88) und 1393 (oder 94) waren ungewöhnlich niedrige Wasserstände. Im ersten Jahre war der Sommer so trocken, daß man den Rhein bei Köln durchwaten konnte. In der Beschreibung des ganzen Rheinstromes (Nürnberg, in Verlegung Christoff Riegels, Anno 1690) heißt es: Anno 1388 war der Rhein so klein, daß auch die Pferde mitten in dem Rhein gingen, so die Schiff aufwärts führten, und man kaufte das Rheinwasser. — Im Jahre 1393 war der Sommer ungewöhnlich trocken, so daß man kaum mahlen konnte und der Rhein so klein wurde, daß er in der Mitte nur ein Bach war und die Leute theilweise durchgehen konnten. — Gegen das Ende des 14. Jahrhunderts wirkt schon die Maximalzeit so ein, daß die letzten noch heißen Jahre mit Gewitterüberschwemmungen verbunden waren. Von 1400 an beginnen die nassen Jahre der Maximalzeit und eine schlimme Zeit des Mißwachses und der Theuerung. — Leider endigt hier Wittmanns handschriftliche naturhistorische Chronik des Rheingebietes und beschränken sich deshalb meine Quellen auf die erwähnten gedruckten Schriften, die ungleich weniger ausführlich sind und weit weniger Einzeljahre umfassen. Glücklicherweise sind sie jedoch für die folgenden Jahrhunderte viel reicher als für die vorhergehenden, ersetzen also einigermaßen das Manuskript.

Die vertauschte zweite Maximalzeit darf wegen der kurzen Dauer und Unbedeutendheit der Nordlichterscheinungen schon von 1400 begonnen werden; nach der Tabelle § 30 müßte sie sich bis 1435 erstrecken, wo dann die erste Maximalzeit der folgenden Periode beginnt und bis 1463 dauert. Wir erhalten dadurch, der ungeraden Zahl der Säcularnummer entsprechend, ausnahmsweise eine Maximalperiode von 63 Jahren von 1400 bis 1463, die wir wegen ihres Zusammenfließens in der folgenden Periode betrachten wollen.

§ 44. **Vierzehnte Periode von 1435 bis 1547.** — Ueber Sonnenflecken sind auch für diese Periode keine Nachrichten vorhanden. Die Nordlichterscheinungen der ersten Hälfte beginnen schon 1432, greifen also in das nominelle Minimum der vorigen Periode zurück, in welches auch die Nordlichter der vorigen Periode vorgreifen, so daß wohl während der ganzen Zwischenzeit nicht zu kleine Einzelmaxima der Nordlichter vorausgesetzt werden können, welche die Umwandelung der Minimalzeit in eine schwache Maximalzeit bewirken. Wenn nun diese ausnahmsweise Maximalzeit in die erste Maximalzeit der 14. Periode übergeht und so eine doppelt so lange Maximalzeit bildet, so ist dieselbe doch nicht hoch, weil die Nordlichter des vorigen Periodenschlusses unbedeutend sind, und auch die

neue Periode keine besonders hervorragenden Erscheinungen aufweist. Fritz gibt zwar an, daß von 1432—65 in Mitteleuropa große Erscheinungen beobachtet wurden, 1453 sogar in Italien, allein ein Zusatz wie „bedeutend“ oder „zahlreich“ ist nicht vorhanden. Dagegen wurden in der zweiten Hälfte der 14. Periode, von 1517—1538, in Mittel- und Südeuropa große Erscheinungen wahrgenommen, namentlich um 1520—29. Für die Wasser- und Wetterphänomene müßten wir ein analoges Verhalten schließen, in der ersten Hälfte eine schwache Maximalzeit, in der zweiten eine starke erwarten; diese Umkehrung der gewöhnlichen Folge mag die Ausnahmestellung der Periode andeuten.

In der ganzen zweifachen Maximalzeit von 1400—1463 kommen unter 63 Jahren nur 10 besonders trockene Jahrgänge vor, während in der folgenden normalen ersten Minimalzeit von 1463 bis 1491 unter 28 Jahren 8 besonders trockene Jahre, also im Verhältnisse nahezu doppelt so viele gezählt werden. Die folgende zweite Maximalzeit von 1491—1519 enthält nur 3 trockene Jahre, während die zweite Minimalzeit 1519—1547 wieder 6 und darunter einige von äußerst seltenen niedrigen Wasserständen zählt; hierdurch ist hinreichend die Eintheilung in die bekannten vier Abtheilungen abermals gerechtfertigt, und selbst in dieser Ausnahmeperiode unzweifelhaft geltend.

Die ersten 20 Jahre der zweifachen *ersten Maximalzeit* sind besonders durch Nässe hervorragend, sie enthalten nur das eine trockene und unfruchtbare Jahr 1403. Die meisten anderen Jahre zwischen 1400 und 1420 haben naßkalte Sommer und äußerst strenge Winter, so daß, wie uns Wittmanns handschriftliche Chronik zum Schlusse noch mittheilt, diese zwei Jahrzehnte eine traurige Zeit des Mißwachses und der Theuerung bilden. Trotz der Nässe entstehen aber nur einige und zwar wenig ausgebreitete *Ueberschwemmungen*; so war im Jahr 1402 eine durch große Regengüsse in Baiern, Oesterreich und Ungarn verursachte Ueberfluthung der Donau. — Im Jahr 1416 ist das Gewässer in Westphalen so hoch aufgestiegen, daß es in die sonst hoch gelegene Stadt Münster eingedrungen ist, Mauern und Thore zerrissen und alles verwüstet hat. Diese wenigen und mehr lokalen Ueberschwemmungen erinnern offenbar daran, daß diese Zeit auch einen minimalen Charakter hat; dafür zeugen außerdem die äußerst kalten Winter, die gewöhnlich mit feuchtkühlen Sommern wechseln. Denselben Mischcharakter hat auch noch der übrige Theil der ausnahmsweisen Maximalzeit bis 1435, nur bleiben die nassen Sommer mehr oder weniger aus und

etwas mehr trockene und heiße Sommer treten ein, abermals an die Minimalzeit errinnernd. Wahrscheinlich war die Zeit von 1400 bis 1420 mit sehr niedrigen Einzelmaximis der Nordlichter und Flecken ausgestattet, denn von 1403—1432 werden gar keine Nordlichter erwähnt, während kurz vorher von 1378—1403 größere Erscheinungen geherrscht haben, eine fünfte Analogie mit unserer Zeit. Von 1420—1435 erhoben sich wohl die Nordlichter etwas mehr und erreichten 1453 das Hauptmaximum, das jedoch unmöglich eine bedeutende Höhe erreicht haben kann, da zu jener Zeit ausnahmsweise keine große Ueberschwemmung stattgefunden haben soll.

Zwar steigen von 1420 an die Ueberschwemmungen sowohl an Zahl als an Stärke, aber ein besonders großes Maximum erreichen sie nicht. Um 1421 am 18. November ist zu Dordrecht gar plötzlich eine solche Ueberschwemmung geschehen, daß alle Deiche und Dämme wie Glas zersprangen, Städte und Dörfer über den Haufen geworfen wurden und dadurch mehr als 100,000 Menschen das Leben verloren. — Im Jahre 1424 wurde der Rhein so groß, daß er zu Basel von der Brücke drei Joche hinwegführte; er lief an mehreren Stellen in Kleinbasel über die Mauern hinein und verursachte großen Schaden. — Im Jahre 1442 war der untere Theil der Stadt Frankfurt völlig überschwemmt. — Sonst wird aus der ganzen Maximalzeit nichts von Ueberschwemmungen berichtet; erst im Jahre 1480 in der folgenden Minimalzeit war der Rhein so groß, daß er auf St. Jakobstag die Brücke zu Laufenburg wegführte; auf der Brücke zu Schaffhausen konnte man mit der Hand Wasser schöpfen und wurde die Brücke daselbst eingerissen. In Beziehung auf die Trockenzeiten verhält sich also die Periode ganz regelmäßig; in Beziehung auf die Ueberschwemmungen aber bietet sie eine merkwürdige Ausnahme dar: Zur Zeit des Maximums der Nordlichter 1453 ist keine große Ueberschwemmung vorhanden. Wie wäre diese Ausnahme zu erklären? Anzunehmen, daß die Quellen eine oder mehrere große Ueberschwemmungen ganz verschweigen, wäre doch zu gewagt. Es bleibt nur die Annahme übrig, daß das damalige Hauptmaximum der Nordlichter und Flecken trotz der Fritz'schen Angabe keine bedeutende Höhe erreicht habe.

In Beziehung auf die Durchschnittsreihe der großen Ueberschwemmungen bietet die Ausnahme jedoch keine große Schwierigkeit; berücksichtigt man die Zahlen 1421, 1424, 1442 und 1480, so ergiebt sich doch ein ungefähres Mittel für die Zeit 1453. Für das vierzehnte Jahrhundert gebührt der Colossalflut von 1342 das Uebergewicht, während für das 13. Jahrhundert das Mittel auf 1231

verlegt werden darf. Hierdurch entsteht (§ 40 und 41) folgende Durchschnittsreihe 674, 785, 897, 1008, 1120, 1231, 1342, 1453.

Die erste Minimalzeit 1463—1491 wird, wie schon gesagt, durch ihre acht trockenen Jahrgänge charakterisirt. Schon vor ihrem Beginne folgen 1460 und 1462 zwei „sehr trockene und warme“ Sommer fast aufeinander; aber in ihr selbst lauten die Berichte ungleich stärker. Im Jahre 1466 war der Sommer ungewöhnlich heiß; 1467 war ein sehr heißer und trockener Sommer; 1470 folgte auf einen späten Frühling ein sehr heißer Sommer. — Im Brachmonat des Jahres 1472 ward es so hitzig, daß vor großer Dürre die Bäche austrockneten und an etlichen Orten die Wälder sich entzündeten und verbrannten. — Der Sommer von 1473 übertraf aber den des vorigen Jahres noch an Hitze; Quellen und Flüsse versiegten, selbst durch die Donau konnte man zu Fuße kommen, die Erde bekam Spalten, die Wälder entzündeten sich, namentlich der Schwarzwald in der Gegend des Klosters Hirschau. Frucht und Wein waren in Rücksicht auf Qualität und Quantität ausgezeichnet. — Auch 1479 war der Sommer äußerst trocken und heiß, nur vom 4. bis 8. Juli fiel ununterbrochener Regen und Hagel. — Im Jahre 1482 war der Sommer außerordentlich heiß, auf dem Schwarzwalde gab es einen Waldbrand, der so heftig wurde, daß die Asche und Funken bis nach Tübingen flogen; im Jahr 1486 war der Frühling naß, der Sommer trocken.

Man sieht, daß gegen den Schluß der Minimalzeit die trockenen heißen Jahre wie gewöhnlich seltener werden, und daß die Berichte gemäßigter lauten. Allerdings enthält diese Minimalzeit auch die große Ueberschwemmung von 1480, gewissermaßen als Vorboten der großartigen Maximalzeiten des 16. Jahrhunderts. Allein hierin liegt kein Widerspruch gegen unsere Hypothese; enthält ja unsere siebzehnte Periode ebenfalls in den Minimalzeiten Ueberschwemmungen; jedoch sind dieselben nur dritter Klasse und mehrfach. Wenn nur eine Fluth vorkommt, so kann dieselbe auch eine bedeutendere Höhe erreichen, ohne einen Widerspruch zu bilden. Ebenso kann auch in einer Maximalzeit ein- oder mehrmal eine starke Trockenzeit vorkommen, ohne den durch zahlreiche und hohe Fluthen und geringe Zahl von trockenen Jahrgängen bezeichneten Charakter der Maximalzeit zu beeinträchtigen. So enthielt auch die erste Maximalzeit der 14. Periode einen ganz niedrigen Wasserstand des Rheins; im Jahr 1447 war den ganzen Winter bis nach Ostern 1448 „der Rhyn allso klein, daß man yn hie zu Lande obwendig uß und auch inwendig Mentz durchreyt von einem ufer zum anderen und sagten etlich, das

man ihn durchgangen hatte. Und uff die Zyt bauten die von Mentz den grund uß dem Rhyne zu dem neuen Krahnen" (Mainzer Chronik von einem Geistlichen des 15. Jahrhunderts, Manuskript halb lateinisch halb deutsch). Was beweist aber dies eine Faktum gegenüber den zahlreichen oben angeführten der ersten Minimalzeit?

Wie schon erwähnt, enthält die zweite Maximalzeit von 1491—1519 nur drei warme und trockene Jahrgänge ohne besondere Bedeutung, wodurch schon ihr Uebergewicht über die erste Maximalzeit hervorgehoben ist. Dasselbe geschieht auch durch die Ueberschwemmungen. 1496 im Februar fiel ein harter Frost ein, daß man in 24 Stunden auf dem Rhein gehen konnte; am vierten Tag entstand eine solche Fluth des Rheins, daß von Köln an bis nach der See hin alle Dämme zerbrochen und die Länder unter Wasser gesetzt wurden. — 1497 erlitten Friesland, die Rheinlande und Flandern durch eine hohe Seefluth großen Schaden und gewaltigen Verlust an Menschen, doch ist Utrecht ohne Gefahr geblieben. — Im Jahre 1515 war in Deutschland eine solche Wasserflut, daß das ganze Land gleichsam als eine Insel mitten im großen Meere sich darstellte.

Die zweite Minimalzeit von 1519—1547 enthält sechs starke Trockenzeiten und ist hierdurch ausgezeichnet charakterisirt. Um 1517 brachte der trockene Sommer häufige Stürme. — Im Jahre 1534 war der Sommer trocken; 1536 war der Sommer so heiß, daß die Quellen und Bäche versiegten, und die Mühlen wegen Wassermangels stillstanden. In Frankreich konnten die Flüsse trockenen Fußes überschritten werden. — Im Jahre 1539 war der Sommer äußerst trocken, es gab daher wenig Heu, desto mehr Getreide, viel Obst und eine Fülle guten Weins, den man zum Theil aus Mangel an Fässern in den Bütten aufbewahren mußte. — Der Jahrgang 1540 war auf Jahrhunderte vorwärts und rückwärts ausgezeichnet durch seine Trockenheit und die Güte des Weins, der damals wuchs. Schon vom 8. Februar an war es ununterbrochen trocken bis zum 29. Juli, da es zu regnen anfing, wie auch am 6. August, da die Donau, durch welche man im Junius bei Ulm unter der Brücke gehen konnte, daselbst austrat. Wurstissen schreibt: Vom Hornung bis Christmonat war es gleich heiter und warm, in gemeldter Zeit kam vom Himmel nicht über vier Weichin, es war eine solche Dürre, daß alle Wasser abgingen und man wegen des Mahlens in großer Verlegenheit war, doch fiel bei Nacht starker Thau. Am 10. Junius wurde zu Lothringen das Getreide geschnitten, zu Ulm fing die Erndte am Peter- und Paulstage an, in Augsburg hatte

man im Julius reife Trauben und in den ersten Tagen des August wurde süßer Most verkauft. Der Wein war ganz dick wie Syrup und so stark, daß ein kleiner Becher gleich trunken machte, nur in dem kleinen Würtemberg kamen vom Herbst bis zum ersten Sonntag in der Fasten mehr als 400 Menschen durch den starken Wein ums Leben, und auch zu Augsburg mußte der Völlerei durch eigene Gesetze gewehrt werden. Aehnliches melden die Annales bingenses: „Es war ein solcher dürrer sommer, daß fast gantz nicht regnet vom Mertz an bis an den Christmonath, und war der Rhein so klein, daß mann an edlichen orthen dardurch reyten konnte." Gleiches wird von der Schweizer Rheingegend berichtet. — Auch 1541 und 1545 waren theilweise trockene Jahrgänge. Indessen gehört dieser Minimalzeit auch eine Ueberschwemmung an, die jedoch ganz lokalen Umfangs ist. Um 1535 ist zwei Meilen von Mainz auf den sogenannten Gau ein solches Ungewitter entstanden mit Hagel, Platzregen und Wolkenbrüchen, daß alles, was auf dem Felde gestanden, aus dem Grunde gerissen, mit der Wurzel weggeführt und gänzlich verdorben ist. Das Wasser hat sich in dem Dorfe Vendenheim (Vendersheim oder Undenheim?) Abends 8 Uhr zu einem Strome versammelt und ist mit Gewalt in das Dorf hineingedrungen, daß viele Leute aus den Betten ergriffen und anderwärts sich gerettet; aber es war doch alles umsonst, denn das Wasser hat Häuser, Thiere, Männer, Weiber und Kinder weggeführt, getödet nnd ertränkt; alles Hausgeräth ist zerstreut worden, man hat nur 40 Personen, 50 Pferde und 150 Stück andern Viehs gezählt, welche geborgen waren. Von den Uebrigen wurde niemand gerettet.

§ 45. **Fünfzehnte Periode von 1547 bis 1658.** — In dieser Periode wurden wieder Sonnenflecken beobachtet, in der ersten Hälfte mit bloßem Auge, in der zweiten nach der eigentlichen Entdeckung mit dem Fernrohre. Nach Humboldts Kosmos fand im Jahre 1547 eine dreitägige Verdunkelung der Sonne statt, nach dem Bull. d. Neufchatel war die Sonne während des ganzen Jahres ohne Glanz. Nach Secchi wurde im Jahr 1588, nach Bock im Jahr 1593 und nach Fausten 1596 ein Flecken mit bloßem Auge wahrgenommen. Anno 1607 sah Keppler ebenfalls eine solche Erscheinung mit bloßem Auge, und von 1610 an wurden von Fabricius, Galilei, Hariot und Pater Scheiner die Sonnenflecken mit Fernrohren beobachtet. Man nennt dies die Entdeckung der Sonnenflecken, weil sie vorher dem großen Publikum ganz und ihre große Zahl auch den Fachmännern unbekannt war. Wie die Periode viele mit bloßem Auge sichtbare Sonnenflecken darbietet, so enthält sie auch zahlreiche große, ja sogar

sehr große Nordlichterscheinungen, letztere namentlich in den 60er und 80er Jahren, während die großen Erscheinungen fast bis zum Schlusse des Jahrhunderts reichen. Aus diesem übereinstimmenden Verhalten, daß die großen Erscheinungen der Flecken und Nordlichter sich durch 2 Viertel der Periode erstrecken, müssen wir auch ein analoges Verhalten der Ueberschwemmungen schließen; und wirklich gehen dieselben auch bis zum Schlusse des Jahrhunderts durch die zwei ersten Viertel, und erreichen ihr Maximum in den 70er Jahren. Wo bleibt dann aber die Minimalzeit? Dafür müssen wir uns umsehen, wann die Flecken- und Nordlichterscheinungen am wenigsten stark waren. Dies ist beim Beginne und am Schlusse der halben Periode der Fall, in den 40er, 50er und 90er Jahren; dort werden wir also die Minimalzeit in zwei Theile zerlegt zu suchen haben.

Die erste große Ueberschwemmung begegnet uns 1553: Nachdem es viel geregnet, schwoll der Rhein dergestalt, daß er aus seinen Ufern und Grenzen schritt und manches Land gänzlich verwüstete. Die schöne Stadt Ruffach im Elsaß war in augenscheinlicher Gefahr, durch die Fluth ganz ruinirt zu werden; doch das Wasser hatte sich, eh man es vermuthete, verlaufen und gleichsam zur Vergeltung des großen Schadens eine große Menge Fische überall zurückgelassen. — 1564 fiel ein großer Schnee in Deutschland, woraus eine schreckliche Wasserfluth erwuchs, daß an Häusern, Brücken, Mühlen großer Schaden geschah. Vom 7. December 1564 bis 10. Februar **1565** schneite es 23 mal, ehe nur ein Schnee wieder abging. Die Inschrift am Holzthore in Mainz vom Jahre 1565 am 4. März lautet: DIE HOE UND GROES DES REINS IM JAR 1565 DE 4 MERCS; nach dem Maße des jetzigen Brückenpegels beträgt die Höhe 5,91 m, kommt also den zwei Ueberschwemmungen von 1882 und 83 ganz nahe. Noch höher stieg der Rhein im Jahre **1573**, in Mainz bis zu 6,31 m. In diesem Jahre, welches ebenfalls am Holzthore, sowie an der Wasserstandsäule beim Fischthor (Fig. 5 S. 39) u. a. a. O. verzeichnet ist, hat sich im Januar der im vorhergegangenen Monat December häufig gefallene Schnee auf einmal erweichet, daß dadurch insonderheit die Diel in Brabant hoch aufgeschwollen; dieser Strom brach bei Löwen durch die Dämme alles weg; viele Häuser gingen damals verloren und an vielen Orten stand das Wasser 12 Ellen hoch in den Wohnungen; die Menschen flohen auf die Dächer, durchbohrten die Mauern, schrieen um Kähne, Leitern und um Rettung; das Heulen der Alten und das Winseln der Kinder war groß. Die Häuser stürzten ein, die Dämme zerrissen, die Kirchen fielen um, Betten und Kissen, Kisten und Kasten, Tische

und Bänke trieben auf dem Wasser; die Leichen wurden aus den Gräbern geflößet, bis endlich das Wasser an der andern Seite der Stadt einen Ausgang fand und sich allgemach verlor. — Die nachfolgenden Ueberschwemmungen waren weniger hoch und mehr lokal. Am 11. Januar 1583 war eine große Ueberschwemmung des Mains, indem sich auf dem ältesten Steine am Fahrthore in Frankfurt, der die Höhe des Wasserstandes angiebt, folgende Inschrift vorfindet: INUNDATIO MOENI ANNO DNI MDLXXXIII DIE XI. JAN. Im Jahre 1590 hatte das Hochwasser des Mains das Fundament des Spitalgebäudes in Aschaffenburg beschädigt. — Allgemeiner scheint die Ueberschwemmung von 1595 gewesen zu sein; denn im März dieses Jahres schwoll der Rhein, die Maas, Waal und Issel dergestalt, daß kein Damm dagegen etwas vermochte; in Wageningen wurden die Thore eingerissen, das Wasser drang in die Velau hinein, bis an die Pforten der Stadt Amersfort, wo man noch niemals Rheinwasser gesehen. Zu Frankfurt ergoß sich damals der Main dergestalt, daß er bis an den schönen Brunnen reichte. — Im Jahre 1598 ergossen sich die Wasser in Deutschland gewaltig. Bei Mainz führten die Wasser in einem Dorfe (ungenannt) viel Scheuren und Häuser weg und verderbte viel Guts, da vertrunken viel Menschen und über 325 Stück Viehs, das ganze Dorf ward gräulich verwüstet, Gärten, Weinberge und Aecker wurden verderbt und fast aller Hausrath ging verloren. Zu Mainz selber ward die Brücke weggerissen, das Feld, Garten und Weinberge ruinirt, deßgleichen hat auch die Mosel um Trier viel Schaden gethan.

Der Schwerpunkt dieser Ueberschwemmungen liegt bei den drei ersten allgemeinen und hohen Fluthen 1553, 1565 und 1573. Wenn wir die Durchschnittszahl 1565 nehmen, so lassen wir der letzten als höchsten noch ihr Uebergewicht; daher erhalten wir die Durchschnittsperiodenreihe 674, 785, 897, 1008, 1120, 1231, 1342, 1453, 1565 (§ 44).

Daß der maximale Charakter hauptsächlich in der Mitte dieser doppelten Maximalzeit entwickelt ist, zeigt nicht bloß die Höhe, Zahl und Ausbreitung der Ueberschwemmungen, sondern auch die geringe Zahl der trockenen Jahre mit niedrigen Wasserständen. Während in Wittmanns Chronik der niedrigsten Wasserstände auf die 30 Jahre von 1560—90 nur 4 trockene Jahrgänge angegeben werden, steigt die Zahl derselben im vorausgegangenen Jahrzehnt auf 5 und beträgt in dem Schlußjahrzehnt 1590—1603 ebenfalls 4; die Anfangszeit und Schlußzeit des doppelten Maximums bilden also zwei halbe Minimalzeiten, beide genau genommen 13 Jahr dauernd, also

zusammen fast so lange wie eine ganze Minimalzeit. Dieselben charakterisiren sich jedoch eher als Mischperioden, da sie ja auch nicht wenige und dabei große, wenn auch meist lokale Ueberschwemmungen enthalten; der Mischcharakter ist einfach durch das verhältnißmäßig noch bemerkenswerthe Auftreten von Sonnenflecken und Nordlichtern bedingt.

In der folgenden zweiten Maximalzeit 1603 bis 1631 wurden zwar die Sonnenflecken entdeckt, aber noch nicht derartig consequent beobachtet und aufgezeichnet, daß man die Zu- und Abnahme der Maxima aus den mir vorliegenden Quellen entnehmen könnte; im Allgemeinen scheint die Entwickelung der Sonnenflecken im 17. Jahrhundert gering gewesen zu sein. Dasselbe gilt, wie Fritz ausdrücklich bemerkt, für die Nordlichter. Für diese ist aber doch die Zahl der Nordlichttage in jedem Jahre aufgezeichnet worden, so daß man den Verlauf der Lichtentwickelung in der zweiten Maximalzeit zahlenmäßig verfolgen kann; so steht in der folgenden kleinen Tabelle die Anzahl der Nordlichttage jedes Jahrzehnts des 17. Jahrhunderts unter der Nummer desselben.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
23	6	62	28	14	4	12	6	15	4

In der zweiten Maximalzeit 1603—1631 steigt also die Zahl der Nordlichter und nimmt in der zweiten Minimalzeit 1631 bis 1658 bis auf 4 im sechsten Jahrzehnt ab. Die zweite Maximalzeit ist wie gewöhnlich eine schwache, jedoch immerhin deutlich als solche durch Ueberschwemmungen bezeichnet. Schon um 1602 war in Frankfurt ein hoher Wasserstand des Mains; im December 1614 ergoß sich der Rhein ganz plötzlich und war Prinz Moritz von Nassau mit einer Armee kaum von rheinischen Quartieren weggezogen, als das Wasser begann überzulaufen, wodurch das Land piekenhoch überschwemmt worden. — 1624 den 1. August haben sich der Rhein, die Waal und die Yssel so augenblicklich ergossen, daß man diese Fluth für ein rechtes Wunder gehalten. — Als das Jahr 1637 zu Ende lief, schwellte das Eis den Rhein so hoch, daß er aus seinen Ufern sich erhob und in der Betau im Stifte Utrecht viel tausend Morgen Land unter Wasser setzte.

Wenn durch diese schwächeren und mehr lokalen Fluthen die zweite Maximalzeit als eine schwache, jedoch genügend als Maximalzeit bezeichnet ist, so gilt dies auch für ihre Trockenzeiten; sie enthält deren nur vier und zwar ohne besondere Bedeutung, während die zweite Minimalzeit 1631 bis 1658 deren sieben aufweist, von welchen eine wieder von hervorragender Bedeutung ist; indessen

ist durch die geringe Zahl der hervorragenden auch die Minimalzeit als eine schwache zu erkennen, noch mehr aber durch den völligen Mangel langer, strenger Winter, der jedoch auch durch die Dürftigkeit der Quellen sich als nur scheinbar herausstellen könnte. — Anno 1617 war der Sommer heiß und trocken. — Im Jahre 1624 dauerte im Frühling die Hitze drei Monate. — Im Jahr 1634 war der Herbst so trocken, daß man selbst in Ulm nicht mahlen konnte; auch 1636 war der Sommer ungewöhnlich heiß und trocken, noch fast schwüler war der Herbst; 1637 schien die Hitze des vorhergehenden Jahrganges noch zu übertreffen. — Im Jahre 1646 trat eine große Trockenheit in Schwaben ein, welche bei längerer Dauer die Wiesen ausbrannte; es waren 58 Tage von übermäßiger Hitze; 1652 war der Sommer an vielen Orten heiß und trocken. — Im Jahre 1654 war es sehr trocken und das Wasser des Rheins so niedrig, daß der sogenannte Altarstein (Ara Bacchi) bei Bacharach aus dem Wasser zum Vorschein kam. Es war dies ein großer viereckiger Stein (wahrscheinlich ein Felsblock), auf welchem 25 Personen stehen konnten. Auf demselben waren viele alte Schriften und Namen eingehauen, die man aber nicht mehr lesen konnte. (Zur Zeit von 1852—54 wurde derselbe zur Erweiterung der Wasserstraße gesprengt). In demselben Jahre ward bei kleinem Wasser ein unter der unteren Brücke in Zürich in der Limmat befindlicher Fels an seiner Oberfläche frei, und auf demselben arbeiteten dann fast alle Handwerker etwas Besonderes, u. A. die Schriftgießer, Setzer und Drucker ein zierliches Poem, die Küfer aber ein Faß, in dem man weißen und rothen Wein aufbewahren konnte, wozu die Kübler einen doppelten „Trachter" über das Faß machten; dasselbe wurde der Obrigkeit verehrt. — Für das Jahr 1657 läßt sich vermuthen, daß der Wasserstand des Rheins ebenfalls sehr niedrig gewesen ist, da es in der „ausführlichen und grundrichtigen Beschreibung des ganzen Elbstroms" Nürnberg 1687 heißt: „Noch in demselben Jahre hatte entstandener Ostwind die Ströme dergestalt ausgetrocknet, daß man die Eyländer oder Inseln in der Elbe wie gleichsam Berge hatte sehen können. Der Hafen von Hamburg hat damals ganz ohne Wasser gestanden." Daß in jener schwachen Minimalzeit auch eine Ueberschwemmung stattgefunden, kann ebensowenig verwundern, wie es ein Widerspruch gegen unsere Hypothese ist. Im Jahr 1658, dem Schlußjahre der Minimalzeit that am Rhein das Wasser vielen Schaden, insbesondere zu Köln, wo beinahe 2000 Häuser unter Wasser gesetzt wurden.

§ 46. **Sechszehnte Periode von 1658 bis 1770.** — Wolf hat

zwar die 11 jährige Periodicität der Sonnenflecken auch noch für das 17. Jahrhundert von 1615 an nachgewiesen, aber das Steigen und Fallen der Maxima konnte aus den unregelmäßigen Beobachtungen jener Zeit nicht erkannt werden; nur soviel scheint festzustehen, daß die Sonnenthätigkeit in jenem Jahrhundert durchgängig eine geringe war, und daß sie in der zweiten Hälfte des Zeitraumes noch tiefer stand als in der ersten Hälfte. Mit größerer Sicherheit geht dies aus den Nordlichtphänomenen hervor. Der Fritz'sche Nordlichtkatalog für diese Zeit wurde von uns zu der kleinen Tabelle in § 45 zusammengezogen. Während die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts, die nach unserer Theorie eine Maximalzeit II. Cl. in sich schließt, 123 Tage großer Nordlichter zählt, enthält die zweite Hälfte nur 41, und diese sollte doch nach der Regel die erste Maximalzeit der 16. Periode bilden. Außerdem würde nach der 110—112 jährigen Periodenreihe der Maximalpunkt des Wassers auf 1674—76 fallen. Wie aber die kleine Tabelle zeigt, enthält das VIII. Jahrzehnt, also die Zeit von 1670—1680 nur 6 Nordlichttage, und das vorhergehende und das folgende Jahrzehnt nur bezüglich 12 und 15, Zahlen, die im Verhältnisse zu der ersten Hälfte des Jahrhunderts klein sind, welche doch schon eine schwache Maximalzeit einschließt. Wir dürfen daher für die sechszehnte Periode nur eine sehr schwache Maximalzeit I. Cl. erwarten, die kaum zweiter Klasse sein kann, und können für das Jahrzehnt 1670—1680 unmöglich eine Colossalüberschwemmung erwarten, die mit denen von 1784, 1565, 1342 und 886 nur entfernt vergleichbar wäre. Diese Periode ist eine richtige Ausnahmsperiode, aber, wenn jene Folgerungen eintreffen, eine solche, welche die Regel bestätigt; große Ueberschwemmungen treffen zusammen mit großen Hauptmaximis der Flecken und Nordlichter; kleine Ueberschwemmungen mit kleinen Hauptmaximis; bei übertriebener Kleinheit werden die Ueberschwemmungen durch Trockenzeiten ersetzt.

Für die erste Maximalzeit 1658—1686 lesen wir in Wittmanns Chronik der Ueberschwemmungen nicht ein einziges dieser Ereignisse; es kann also unmöglich eine allgemeine Rheinüberschwemmung stattgefunden haben, womit die obige Folgerung und die ganze Theorie bestätigt ist. Lokale Fluthen in Nebenflüssen sind damit nicht ausgeschlossen: so war im Jahre 1661 in Frankfurt ein Hochwasser gleich dem von 1876; auch 1673 hatte Frankfurt wieder eine Ueberschwemmung, und im Jahre 1682 stand dort am 12. Januar der Main an der Engelapotheke und der Barfüßerkirche.

Der fast minimale Charakter dieser schwachen Maximalzeit wird durch heiße Sommer und exorbitant niedrige Wasserstände

hervorgehoben; daß sie keine eigentliche Minimalzeit ist, wird dennoch ebenfalls genügend bezeichnet durch den Mangel an kalten Wintern, die in der folgenden eigentlichen Minimalzeit sehr häufig vorkommen, während in dieser schwachen Maximalzeit nur ein kalter Winter erwähnt wird. Ueber die trockenen heißen Sommer berichtet Wittmann: Im Jahr 1660 war der August und September trocken. — Auch im Jahr 1666, in welchem ein Komet erschien und die Hitze sowohl in England als auf dem Festlande einen so außerordentlich hohen Grad erreichte, daß die Blätter der Bäume verdorrten, möchte man auf einen niedrigen Wasserstand des Rheines schließen, indem es in der oben erwähnten Beschreibung des Elbstromes heißt: „Es war den Hamburgern etwas Seltsames und Sonderbares, wie auch andern auf der Elbe fahrenden Schiffleuten, daß sich bei lang gestandenem Ostwinde und kleinem Wasser der lang gemuthmaßete große Stein in der Elbe bei Neuen-Stade so groß als ein kleines Haus mit der Jahreszahl 1554 sehen ließe, weshalb man eine Tonne, den Seefahrenden zur Nachricht, daran fest machen ließ.“ In diesem Jahre 1666 wuchs im Rheingau der beste Wein seit 100 Jahren; die Maaß ist noch mit einem Dukaten in Frankfurt bezahlt worden. — Im Monat März des Jahres 1672 beobachtete man in Folge des kalten Winters und des Mangels an Schnee einen außergewöhnlich niedrigen Wasserstand des Rheines, der sich auf dem sogenannten Laufenstein bei Laufenburg, ferner auf einem Felsenriff bei Staad in der Nähe von Rorschach, sowie auf einem Steine bei Mammern im Rhein mit den Jahreszahlen 1725 und 1792 verzeichnet findet. Damals kam bei Konstanz oberhalb der Rheinbrücke ein großes Horn (Sandbank) zum Vorschein, worauf am 2. und 3. März ein Freischießen gehalten und vom Konstanzer Magistrat ein silbener Becher als Ehrenpreis dem besten Schützen gegeben wurde. Außerdem wurde unter Zelten gewirthschaftet und von der Küferzunft zwei Fässer gebunden. Am 6. März desselben Jahres hielten die Dominikaner zu Konstanz um die Dominikanerinsel (jetzt Macair'sche Insel) eine Prozession. Von dem Freischießen hat sich sowohl ein Gemälde im Conciliumssaale in Konstanz, als ein Glasgemälde (jetzt im Besitze des Großherzogs von Baden) von dem Glasmaler Wolfgang Spengler aus Konstanz erhalten, welches folgende Inschrift trägt:

„Im Jahr 1672 war der Rhein so klein,
Wie hie der Riß anzeiget fein,
Auf einem Horn thate man schenkhen,

Ein silbern vergulten Becher zum Angedenkhen,
Der war auf ein Freischießen gewendt,
Welches den 2. und 3. März follendt."

Auch vom Jahre 1674 findet sich der niedrige Wasserstand auf einem im Jahre 1858 im Bodensee bei Mannebach vorgefundenen Stein bezeichnet. — Im Jahre 1678 war der Sommer sehr trocken und heiß. Also in demselben Jahrzehnt 1670—80, wohin nach der 110—112jährigen Periode die Jahreszahl einer Colossalüberschwemmung fallen sollte, finden sich statt deren die niedrigsten Wasserstände, aber in einer Zeit, wo an Stelle eines Hochmaximums der Nordlichter (und wahrscheinlich auch der Flecken) ein Minimum derselben ausnahmsweise eintrat. Es ist dies in der mehr als tausendjährigen Reihe die einzige wahrhafte Ausnahme, es fehlt in derselben die Zahl 1674; abermals wiederholt ist es jedoch eine Ausnahme, die die Regel bestätigt.

Die erste Minimalzeit 1686—1714 ist nach jeder Beziehung scharf als solche charakterisirt, durch zahlreiche heiße, trockene Sommer, niedrige Wasserstände, lange, kalte Winter und äußerst seltene Ueberschwemmungen. Allgemeine Fluthen kommen keine vor und von lokalen nur eine, nämlich im Jahre 1708, wo in Frankfurt eine Ueberschwemmung stattfand, die bis zur Schnurgasse ging. — Die heißen, trockenen Sommer, niedrigen Wasserstände und kalten Winter gehen hinlänglich aus folgenden Berichten hervor: Im Jahre 1692, wo auf einen kalten Winter ein warmer Sommer folgte, war ein sehr niedriger Wasserstand des Rheins, der sich 1858 auf dem Laufenstein bei Laufenburg verzeichnet fand; auch 1694 folgte auf einen kalten Winter ein ebenso heißer Sommer. — Im Jahre 1695 kam abermals bei niedrigem Wasserstande des Rheins der sogenannte Altarstein bei Bacharach über die Wasserfläche des Rheins zum Vorschein. — Der Sommer 1700 wird nach Jahn unter die heißen gerechnet, nach Anderen dauerte der Winter ziemlich lang, im Frühjahr gab es Winde und im September und Oktober waren Regen häufig. — Im Jahre 1701 dauerte der Winter bis Ende März, darauf folgte sehr warme Witterung, doch soll das Reaumur'sche Thermometer von P. Cotte nicht über 19° gestanden haben; erst im Oktober kamen Regen, welche jedoch die Hitze nicht beendigten, denn es blieb auch um diese Zeit noch warm. — Im Jahre 1704 folgte auf einen mit Unterbrechung kalten Winter bald ein warmer Frühling und ein zum Theil sehr heißer Sommer; es war ebenfalls ein sehr niedriger Wasserstand des Rheins, denn in der Mitte des Monats Februar 1845 kam bei St. Goar im Rheine

ein Fels ans Tageslicht, auf welchem die Jahreszahl 1704 eingehauen war und der wohl seit dieser Zeit nicht mehr gesehen wurde, da niemand daselbst etwas davon wußte. Beim Safte der Reben beging man aus Anlaß dieses seltenen Ereignisses ein heiteres Fest und ließ ebenfalls die Jahreszahl 1845 in den Stein hauen. — Der Winter von 1705—6 war ungewöhnlich trocken, so daß es Staub auf dem Felde gab. Die Loire soll seit dieser Zeit nicht so wasserarm gewesen sein als 1858. Im Jahre 1714 fand ein sehr niedriger Wasserstand des Rheines statt, welcher auf dem Laufenstein verzeichnet ist und 1858 sichtbar wurde. In diesem Jahre fiel die geringste Regenmenge zu Westminster bei London von 1697 bis 1741 = $9\frac{1}{4}$ Zoll.

Die zweite Maximalzeit 1714—1742 war ebenfalls keine große; darauf deuten sowohl die Sonnenflecken wie die Nordlichter; die Relativzahlen der Maxima der Sonnenflecken verglichen mit denen der folgenden Maximalzeit sprechen dies deutlich genug aus:

1705,	1717,	1727,	1738,	1750,	1761,	1769,	1778,	1787.
49,	52,	90,	85,	83,	86,	106,	154,	132.

Die Relativzahl des höchsten Maximums der zweiten Maximalzeit beträgt also nur 90, während die des höchsten Maximums der folgenden Maximalzeit 154 erreicht, in den zwei angrenzenden Maximis 106 und 132 beträgt, also jenes Hauptmaximum noch bedeutend überragt, während erst in den folgenden Maximis die Zahl geringer wird. Stärker springt das Haupt-Maximum der Nordlichter um 1730—40 hervor, wie ja überhaupt die Nordlichter alle Aenderungen der Flecken in Uebertreibung darstellen, was Fig. 2 S. 24 deutlich erkennen läßt. Indessen zeigt doch dieselbe Figur, daß jenes erste Haupt-Maximum des 18. Jahrhunderts bedeutend hinter dem zweiten, sowie auch bei Vergleichung mit Fig. 3 S. 26 hinter den Hauptmaximis des 19. Jahrhunderts zurück bleibt. Wir können daher auch für die zweite Hälfte der 16. Periode keine große Maximalzeit des Wassers erwarten.

Auch in dieser zweiten Maximalzeit 1714—1742 traten im Rheingebiet keine allgemeinen Ueberschwemmungen auf, wodurch die Maximalzeit genügend als schwach bezeichnet ist. Lokale Hochwasser kommen jedoch vor und zeigen durch ihre Stärke und Häufigkeit den Maximalcharakter deutlich genug an. So hatte Frankfurt am 6. und 7. Dezember 1720 ein Hochwasser, wobei Flösse gegen die Brücke trieben und vier Bogen derselben sperrten; ebenso waren 1730, 1732, 1740 und 1741 wieder Hochwasser des Mains und auch 1744, schon jenseits der kleinen Maximalzeit, trat

noch eine solche Ueberschwemmung ein. Es darf nicht verwundern, daß diese schwache Maximalzeit auch eine Anzahl von trockenen Jahrgängen mit niedrigen Wasserständen aufweist; jedoch ist ihre Anzahl und Bedeutung gering und die Winter erreichen nur selten lange Dauer und große Strenge, wodurch die Maximalzeit ebenfalls genügend bezeichnet ist. Im Jahre 1717 war der Winter mild, erst im Januar kam einige Kälte, doch ohne zu schaden, bis zum September herrschte große Trockenheit, der Sommer war ausgezeichnet heiß und alle Gewächse „früh auf der Bahn"; am 24. Juli gab es schon reife Trauben, der Wein war von ausgezeichneter Güte. — 1718 war der Winter kalt und der Sommer heiß; durch ganz Europa herrschte in den 9 ersten Monaten dieses Jahres Trockenheit. Zu Paris stieg einmal das Réaumur'sche Thermometer auf 28°, in Deutschland barst der Erdboden und entzündeten sich die Wälder. Es regnete vom April bis October auch nicht einmal, die Ernte verbrannte, die Flüsse vertrockneten und der Polizeilieutenant von Paris ließ wegen der Hitze die Theater schließen. — Im Jahre 1719 war das Wasser des Rheins in Folge großer Trockenheit, wobei nach den Beobachtungen des Pater Cotte das Réaumur'sche Thermometer auf 29½° stieg und das Gras und die Sommerfrüchte gänzlich mißriethen, so niedrig, daß der Altarstein bei Bacharach sichtbar wurde. Es war in diesem heißen Sommer so viel Schnee und Eis geschmolzen, daß man auf den Gipfel des Zingen, einen von den Bergen um den Eissee im Kanton Bern, kommen konnte. Man fand daselbst eine Grotte voll Krystallpfeilern, von denen einer von 1 m Dicke und Höhe ins Pariser Museum kam. — Im Jahre 1724 war der Juni heiß und trocken; 1725 war ein sehr trockener Frühling und Sommer bis zum August, ebenso ein sehr niedriger Wasserstand des Rheines, wobei auf einer Sandbank bei Konstanz am 13. und 14. März ein Freischießen abgehalten wurde; die Jahreszahl findet sich auf einem Steine bei der Insel Reichenau eingegraben, der 1858 sichtbar wurde. — Auch 1726 war ein heißer, trockener Sommer. — Im Jahre 1731 folgte auf einen ziemlich strengen Winter ein früher und heißer Sommer. — Im Jahre 1735 war der Sommer in Schwaben trocken und warm, während Schnurrer angibt, daß in Europa, in Spanien sowohl als in England der Sommer sehr kühl und feucht gewesen sei; 1736 soll der Sommer wenigstens in Italien sehr heiß gewesen sein; in Schlesien war er naß und in Holland gar nicht heiß, aber doch eher warm und trocken.

Während hiernach in der schwachen zweiten Maximalzeit 6 bis 7 lokale Hochwasser aufgezeichnet wurden und 7 sicher trockene Jahr=

gänge, von denen indeß nur 3 von einiger Bedeutung waren, enthält die zweite, allerdings ebenfalls schwache Minimalzeit 1742 bis 1770 nur 1 oder 2 lokale Hochwasser (in Frankfurt 1744 und 1769), dagegen nicht weniger als 13 trockene Jahrgänge mit heißen Sommern und einige mit kalten, strengen Wintern; hierdurch ist die Zeit ausreichend als Minimalzeit charakterisirt. Schon 1745 war ein warmer und sehr trockener Sommer. — Im Jahre 1746 war der Sommer außerordentlich heiß und trocken, so daß der Boden berstete, Quellen und Bäche versiegten; außer einzelnen, meistens sehr heftigen Gewittern, gab es fast keinen Regen, und so herrlich der Wein gerieth, so dürftig war die Ernte. Wie dies in Zeiten des Mißwachses schon mehr geschehen, wollte man besonders in der Schweiz Korn vom Himmel fallen gesehen haben (sogenannten Kornregen); es wurden aber, da solche Körner beim Kochen nicht weich wurden, dieselben für die Knollen des Ranunculus ficaria erklärt. Die Folge dieser Trockenheit war ebenfalls ein sehr niedriger Wasserstand des Rheines, indem von Hutter erzählt wird, daß unter mehreren Pfeilern der ehemaligen steinernen Brücke zu Mainz besonders einer so hoch stand, daß das Wasser nicht einen Schuh tief über denselben daherfloß. Diesen Pfeiler fand ein Müller, der denselben maß, 36 Schuh dick. — Im Jahre 1748 war der Sommer sehr trocken; die Trauben litten durch Fäulniß, der Wein wurde noch ziemlich gut. — Im Jahre 1749 war das Wasser des Rheins so klein, daß die Grundmauern der alten Stadt Rhinau oder Rheinau unter dem Wasser zum Vorschein kamen. — Im Jahre 1750 stieg die Hitze in der alten und neuen Welt auf einen unerhörten Grad, zu Philadelphia zeigte das Fahrenheit'sche Thermometer 100°, in England am 11. oder 22. Juli 88¼°. Da der Rhein im Januar und Februar sehr klein war, entdeckte man zu Köln im Rhein die Grundstücke von Pfeilern, welche noch von der römischen Brücke am Dreikönigsthore übrig geblieben sind. Zu derselben Zeit kam auch der Altarstein bei Bacharach aus dem Wasser zum Vorschein. Zu Altripp sah man damals deutlich die dritthalb Fuß dicken Grundmauern eines viereckigen Backsteingebäudes unter dem Wasserspiegel, und der damalige Conrector der Speyerer Schule, Magister Georg Litzel, hat darauf seine historischen Nachrichten von dem Römerkastell herausgegeben, aus welchen man sieht, daß Altripp eines der fünfzig von Drusus erbauten Bollwerke am Rhein war. Die Jahreszahl 1750 ist auch auf dem Laufenstein bei Laufenburg eingegraben und kam 1858 zum Vorschein. — Der Sommer des Jahres 1753 war im westlichen Europa sehr heiß, in Paris

zeigte das Réaumur'sche Thermometer $30\frac{1}{2}^0$ und in den Rheingegenden war der Weinertrag außerordentlich. — Im Jahre 1755, wo das Maximum der Temperatur in Berlin am 13. nnd 14. Juli $35,5^0$ C. betrug, war ebenfalls ein sehr niedriger Wasserstand des Rheins, insbesondere im Bodensee, wie sich auf einem dort bei Mannebach im Jahre 1858 gefundenen Granitblock verzeichnet findet. — Im Jahre 1756 war der Winter sehr hart, der Sommer mehr trocken als sehr heiß. Am 25. Juni war in Berlin das Maximum der Temperatur = $32,7^0$ C. — Der Winter von 1759 war sehr mild und in der zweiten Hälfte der Sommer sehr heiß; am 7. Sept. wollte man am Fahrenheit'schen Thermometer 100^0 bemerkt haben; das Maximum der Temperatur in Berlin fand am 11. Juli statt und betrug $33,3^0$ C. — Im Jahre 1760 war ein sehr heißer und trockener Sommer; in der Schweiz regnete es drei Monate nicht. Das Maximum der Temperatur betrug 36^0 C. am 6. Juli; doch soll an mehreren Orten Norddeutschlands das Fahrenheit'sche Thermometer auf 117^0 gestiegen sein (?). — Auch im Jahre 1763 war in Deutschland der Sommer meist trocken und oft heiß. — Der Winter von 1766 war sehr kalt und trocken, der Frühling regnerisch, der Sommer heiß und trocken; viele Bäche trockneten aus und die Flüsse wurden klein. Die meisten Mühlen standen still und im Winter gab es großen Mangel an Mehl. Im Rheingau wuchs viel starker, feuriger Wein. — Im Jahre 1767 wurden im Januar und Februar bei sehr niedrigem Wasserstande des Rheins die Pfeiler der Brücke am Dreikönigsthore bei Köln gesehen; der Rhein war damals so fest gefroren, daß man über das Eis wie über eine Brücke passiren konnte. Die Jahreszahl 1767 findet sich auch auf einem Felsen in der Aar bei Olten in der Schweiz, der 1858 zum Vorschein kam.

Die gemäßigten Maximal- und Minimalzeiten dieser 16. Periode mit ihrer selten unterbrochenen Fruchtbarkeit erklären es, wie Deutschland nach den entsetzlichen Verwüstungen des dreißigjährigen Kriegs sich so überraschend schnell erholte, und die zwei letzteren noch gemäßigteren Viertel mit ihrem Mangel an Ueberschwemmungen, ihren seltenen kalten Wintern, ihren warmen, fruchtreichen Sommern mögen wohl die oft belächelte „gute alte Zeit" gewesen sein, von denen unsere Großeltern ihre Großeltern erzählen hörten.

§ 47. **Siebzehnte Periode von 1770 bis 1881.** — Die Wolf'schen Relativzahlen geben uns den Verlauf der Fleckenmaxima für diese Periode genau genug an; die überraschend geringe Relativ-

zahl des letzten Maximums (von 1882) ist mir durch die Güte des Herrn Professor Fritz in Zürich privatim mitgetheilt worden.

1778,	1787,	1804,	1816,	1830,	1837,	1848,	1860,	1870,	1882.
154,	132,	73,	46,	71,	138,	124,	96,	139,	59.

Warum diese geringe Relativzahl, 59 für 1882, überraschend genannt werden darf, ist leicht ersichtlich. Von dem Hauptmaximum erster Klasse im Jahre 1778 fielen die Relativzahlen während drei kleinen Perioden, nahmen dann zwei kleine Perioden hindurch zu und erreichten so das Hauptmaximum zweiter Klasse um 1837; ähnlich war es während des 18. Jahrhunderts. Auch von 1837 an nehmen die Maxima zwei kleine Perioden lang ab und dann eine Periode lang bis 1870 zu. Bis dahin verläuft also alles regelmäßig, wie man es von den Regelperioden erwarten kann, zu denen ja unsere 17. Periode gehört. Von nun an scheint sich aber der Ausnahmezustand der 18. Periode schon geltend zu machen und darauf hinzuwirken, daß das 19. Jahrhundert, wie andere mit ungeradzahliger Säcularnummer, z. B. das 17. und 15., in den großen Ueberschwemmungen eine Ausnahme darstellt. Wäre der weitere Verlauf der Sonnenfleckenmaxima der Regel, d. i. der 55jährigen Periode entsprechend, so hätte das Maximum von 1882 das von 1871 übersteigen müssen, und danach hätte man für den Anfang der 90er Jahre ein noch größeres Hauptmaximum erster Klasse erwarten dürfen. Statt dieses regelmäßigen Verlaufes aber, wie man ihn von einer Regelperiode hätte erwarten dürfen, haben wir im Jahre 1882 ein viel kleineres Maximum als 1870 erlebt, nur die Relativzahl 59, statt einer noch über 139 hinausgehenden Zahl. Hiermit wird der Ausdruck „überraschend" erklärlich sein; es tritt statt des Steigens der Maxima ein ausnahmsweises Fallen derselben und zwar ein starkes Fallen ein. Eigentlich datirt diese Abweichung schon vom Jahre 1876, wie folgende Reihe der Relativzahlen seit 1870 erkennen läßt,

1870,	71,	72,	73,	74,	75,	76,	77,	78,	79,	80,	81,	82.
139,	111,	102,	66,	45,	17,	11,	12,	3,	6,	32,	54,	59.

Bis 1876 wurden die Relativzahlen kleiner; von hier an bis 1877 stiegen sie von 11 auf 12; statt rasch weiter zu steigen, stürzen sie im Jahre 78 auf 3 herab und steigen dann so langsam, daß sie auch 1879 noch wahrhaft minimal blieben. Indessen hätte das Steigen über 1870 hinaus auch noch 1882 eintreten können, da im Beginne dieses Jahres schon die Zahl 54 überschritten war, und da auch das hohe Maximum von 1870, wie Fig. 4 zeigt, in 2 Jah-

ren herangewachsen ist; man konnte daher bis ins Jahr 1882 hinein erwarten, daß keine Ausnahme eintreten würde, die nun durch den Verlauf des Jahres unzweifelhaft geworden ist und schon mit 1876 begonnen hat. Können wir uns nun darüber wundern, daß der gemäßigt minimale Wasser- und Wetterstand unseres Viertels sich seit 1876 allmälig total gewendet und die künftige Maximalzeit in unsere Periode hereingezogen hat?

Die Nordlichterscheinungen der 17. Periode verlaufen in analoger Weise wie die Sonnenflecken, nur alle Aenderungen derselben sozusagen karrikirend, wie dies deutlich aus Fig. 4 erhellt. Um 1780 fand ein großes Maximum statt, um 1788 ein noch größeres, also das Hauptmaximum erster Klasse, fast um eine kleine Periode gegen das der Sonnenflecken verspätet, aber doch mit einem hohen Maximum derselben zusammenfallend; die Zeit von 1770 bis 1798 ist also eine richtige Maximalzeit erster Klasse. Das Hauptmaximum von 1788 fällt steil ab; ihm folgen 1805 und 1819 sehr niedrige Maxima, welche die erste Minimalzeit 1798—1826 bedingen. Schon um 1830 folgt ein bedeutenderes Maximum, um 1840 fast ein gleiches, das von dem Maximum im Jahre 1850 bedeutend überstiegen wird. Dieses Hauptmaximum zweiter Klasse liegt also ebenfalls um eine kleine Periode später als das der Sonnenflecken nnd bedingt eine Maximalzeit zweiter Klasse; dann folgen zwei Maxima in den 60er Jahren, wonach 1872 ein übermäßig hohes Maximum beider schon den Schluß der vorliegenden Beobachtungen bildet. Die Sonnenflecken können nämlich an einem Orte sammt und sonders beobachtet werden; für die Nordlichter muß Fritz dagegen erst die Nachrichten aus allen Ländern abwarten, um die Relativzahlen berechnen zu können; darum ist uns der Verlauf derselben in der Ausnahmezeit noch unbekannt; das riesenmäßige Maximum von 1872 läßt jedoch kaum erwarten, daß es um 1882 überboten werden könnte; der Verlauf wird wohl auch hier den Sonnenflecken analog sein und die ausnahmsweisen Wasser- und Wetterverhältnisse der letzten Jahre begreiflich machen.

Die erste Maximalzeit von 1770—1798 ist, wie ihre zahlreichen Hochwasser und die riesenmäßige Ueberschwemmung von 1784 bezeugen, eine regelrechte Maximalzeit. Schon 1771 wird von Frankfurt ein Hochwasser des Mains angezeigt. — Das Stockstadter Kirchenbuch berichtet: „Anno 1776 im Frühjahr hatten wir hier einen gefährlichen Eisgang. Nachdem der Rhein gegen sechs Wochen gestanden, ginge er endlich unter entsetzlichem Krachen auf, Sonntags Morgens Dom. Septuag., eben als das erste Zeichen zur

Kirche war geläutet worden. Das Wasser schwolle dergestalt auf, daß man alle Augenblick eine Ueberschwemmung befürchtete; jedoch nach einer halben Stunde, als das Eis seinen Durchbruch gewonnen, fing das Wasser an zu fallen. — Anno 1778 in der Heuernte hatten wir großes Wasser. Das gemähte Gras mußte auf Nachen durch das Wasser auf die Brachäcker gefahren werden, wodurch großer Verlust gelitten wurde. Anno eundem, nachdem das hiesige Freudenfest, ich meine die Kürbe, 3 Tage gedauert hatte, schickte Gott durch ein Hochwasser Tage des Schreckens, die ebenso lange anhielten. Schon Freitag Abends gegen neun Uhr hörte man die Sturmglocke, da noch alles in vollem sausen und brausen war. Wer hätte denken sollen, daß nicht jeder zur Rettung Hand würde angelegt haben. Gleichwohl gab es Leute, welche den Musikanten befahlen, darauf los zu geigen. Unter diesen Umständen vergingen drei Tage. Montags fiel das Wasser. Verschiedene Gassen waren untergequollen." — Im Jahre 1783 bildete ein Höhrauch, der lange Zeit fast über ganz Europa hing und mit schwüler Sommerhitze die Wiesen ausdörrte, ein seltsames Vorspiel zu der riesenhaft hohen und durch das ganze Rheingebiet verbreiteten Ueberschwemmung von 1784. Es war dies eine Eisfluth, die uns jedoch deutlich macht, daß die meisten Eisfluthen ebenfalls zu den kosmischen Ueberschwemmungen gehören; denn sie entstand durch das Aufthauen einer außerordentlichen Schneemasse, die in dem kalten Winter 1783—84 gefallen war. Am 27. Februar 1784 setzte sich Nachmittags das Maineis und um 4 Uhr das Rheineis bei Mainz in Bewegung. Dasselbe riß längs des ganzen Rheinufers bei Mainz bis an das kurfürstliche Schloß sowohl die Courtinen, als die starken steinernen Batterien und eine Schlagbrücke am Raimundithor zusammen. Das hochsteigende Wasser überschwemmte den ganzen Schloßplatz und die drei Bleichen bis nahe an das Münsterthor, ebenso die Kapuzinergasse, den Graben und einen großen Theil der Augustinergasse. Das Wasser war so hoch, daß man durch den Bogen des Rothenthor-Thurmes nur fahren konnte, indem man sich in den Nachen legte. Am 2. März 1784 war der höchste Wasserstand 6,62 m, wie man an einer Inschrift am Fischthor sah, die 1846 abgebrochen und durch die Wasserstandsäule Fig. 5 S. 39 am Hänlein'schen Hause ersetzt wurde, an welcher dieser Wasserstand von 1784 die höchste der eingegrabenen Marken bildet. Am Holzthore ist noch jetzt die Inschrift:

Wie hoch in seiner Fluth einst stieg der Rhein,
Sagt hier der Nachwelt dieser Stein.

Bayerische Staatsbibliothek München

In diesem Jahre mußten viele Häuser auf der Löhr-, Holz- und Schlossergasse mit Stützen versehen werden; zwei stürzten ein, mehrere wurden abgerissen. Gefährlich schien das Eis für Mombach zu werden, denn es hatte sich zwischen der Ingelheimer Aue und dem linken Ufer festgesetzt und wollte nicht weichen; da bahnten sich der Rhein und das Eis einen Weg quer durch die Rheinallee und das Gartenfeld, wodurch das Monument Albans zu Grunde ging, nach der Hartmühle in der Richtung nach Mombach zu. Als die Mombacher das Eis auf ihren Ort heranrücken sahen, stürmten sie, verließen das Dorf und flüchteten in den nahen Fichtenwald. Inzwischen hatte der Wasserstrom eine andere Richtung genommen und erreichte am sogenannten Kreuzerorte wieder das Bett des Rheins. Auf diesem Wege hatte das Wasser 30 Fuß tiefe Graben gerissen und die fünfzehn Bewohner der Ziegelhütte in die äußerste Gefahr gebracht; sie hatten sich auf das Dach des Wohnhauses geflüchtet und mußten zusehen, wie Stallung, Vieh und Nebengebäude zu Grunde gingen, bis sie nach 18stündiger Todesangst vor Hunger und Kälte ermattet endlich durch einen Nachen gerettet wurden, der zu Land auf einem Wagen von der Seite der Hartmühle herbeigeschafft worden war. Auch vom Ried her schildern die Berichte die ungeheure Gefahr dieser riesigen Fluth mit ihren colossalen Eismassen, wobei indeß glücklicherweise weniger Unglück als bei unseren kleineren Fluthen geschah; diesen Berichten ist beigefügt: Von allen orthen hört man die schrecklichsten Nachrichten von Verwüstungen. Mühlheim bei Köln ist fast ganz durchs Eis weggedrückt. Im Clevischen standen bei 400 Dorfen unter Wasser, an manchen Orten saßen die Leute auf den Dächern und schrieen um Hilfe. Gleich schreckliche Nachrichten hört man vom Necar, dem Mayn, der Elbe und Saal. Auch 1785 und 1789 waren ähnliche, weit verbreitete, wenn auch nicht so hohe Ueberschwemmungen, die ebenfalls durch das Aufthauen starker Schneemassen entstanden wären; 1799 stand der Main in Frankfurt 19 Fuß hoch, fast so hoch, wie 1784, wo indeß die Ueberschwemmung nicht die Höhe der rheinischen erreicht hatte. — Merkwürdigerweise enthält diese Maximalzeit auch manche trockene und heiße Sommer; so folgte der Colossalüberschwemmung von 1784 im Sommer ein sehr niedriger Wasserstand des Rheines; doch erreichen diese Trockenzeiten nicht die Bedeutung wie in der folgenden Minimalzeit.

Die erste Minimalzeit 1798—1826 ist durch zahlreiche und dabei exorbitant niedrige Wasserstände charakterisirt, wie schon in § 25 und 26 dargestellt wurde. Auch enthält diese Zeit

strenge Winter und sehr heiße Sommer, 1799 war das Maximum der Temperatur in Berlin 31,6° C., in den Jahren 1800 und 1811 sogar 35°. Indessen kamen in dieser Zeit auch Ueberschwemmungen vor; jedoch ging die höchste (1824) nur wenig über 5 m, war also nur dritter Klasse, die folgende (1819) hatte 4,68 m Höhe, und die von 1820, 1817, 1816 und 1809 waren noch niedriger. Immerhin ist es jedoch auffallend, daß in dieser Minimalzeit soviele Ueberschwemmungen auftraten, und zwar ganz speciell zur Zeit der niedrigsten Maxima der Sonnenflecken und Nordlichter; zu diesen Zeiten waren die Maxima der Sonnenflecken wie Fig. 2 S. 24 zeigt, ungewöhnlich niedrig, und die Curve der Nordlichter kriecht von 1800 bis 1820 fast an der Grundlinie hin. Es ist dies dieselbe Erscheinung, die wir in den letzten Jahren erlebt haben; sie ist die sechste Analogie zu unserer Zeit. Wenn nach sehr hohen Maximis der Sonnenflecken und Nordlichter fast unvermittelt sehr niedrige Maxima stattfinden, die einem fortdauernden Minimum vergleichbar sind, so tritt eine mehrjährige Periode nasser, kühler Sommer ein; auch im Laufe der Jahrhunderte ist uns diese Thatsache mehrfach aufgestoßen, obwohl dort das Verhalten der Nordlichter wegen der Dürftigkeit der Nachrichten weniger scharf hervortrat (§§ 36, 40, 41, 42, 44).

Die zweite Maximalzeit von 1826—1854 enthält ein Hauptmaximum II. Cl. der Sonnenflecken und Nordlichter; demgemäß haben wir auch nur ein Hochwasser II. Cl., das von 1845 mit einer Höhe von 5,70, also nahezu 6 m. Indessen kamen noch mehr Hochwasser vor, 1827 nahezu 4 m, 1831 = 4,5 m, 1833 und 1834 = 4,6 m, 1838 = 4,5 m, 1841 und 1844 etwas unter und über 4 m, 1846 nahezu 4,4 m, 1850 über 5 m und 1851 über 4 m. Besonders deutlich springt der Unterschied zwischen dieser Maximalzeit und der ersten Minimalzeit in den Frankfurter Hochwassern in die Augen. Während in dieser Minimalzeit nur von 2 Ueberschwemmungen berichtet wird, nämlich in den Jahren 1799 und 1809, zählt man in der zweiten Maximalzeit nicht weniger als 9, nämlich 1827, 1828, 1830, 1831, 1832, 1836, 1839, 1841 und 1845. Dasselbe Verhältniß findet gegenüber der zweiten Minimalzeit statt, die nur eine Ueberschwemmung dritter Klasse enthält. In der gemäßigten zweiten Maximalzeit treten natürlicherweise die Charaktere der Minimalzeit nicht gänzlich zurück, strenge Winter und heiße Sommer finden sich in derselben auch, jedoch weder an Zahl noch Stärke übermäßig. Diese Mäßigung entspricht dem lang-

samen Steigen und Fallen der Maxima der Sonnenflecken und Nordlichter, die aus den oft erwähnten Figuren zu entnehmen ist.

Gemäßigt ist auch die zweite Minimalzeit 1854—1876, wo die Maxima der Sonnenflecken ebenfalls langsam fallen und steigen. Als Minimalzeit ist sie charakterisirt durch die seltenen und wenig hohen Ueberschwemmungen; die höchsten Wasserstände waren 1862 etwa 5,4 m, 1855 = 4,7 m, 1867 = 4,6 m, 1864 und 1871 etwa 4,2 m. Noch mehr aber ist sie als solche charakterisirt durch die häufigen und lang dauernden sehr niedrigen Wasserstände, aber besonders durch den äußerst seltenen niedrigen Wasserstand von 1858, fast 0,2 m unter dem Nullpunkte des Mainzer Pegels. Wittmann sagt: „Aus dieser vergleichenden Uebersicht geht hervor, daß der Wasserstand vom Jahre 1858 nicht allein der niedrigste war, welcher seit Menschengedenken sich ereignete, sondern auch zu den niedrigsten gehört, welche im Rheinthale überhaupt vorkamen." Schon seit Beginn der 50er Jahre waren die niedrigsten Wasserstände fast immer dem Nullpunkte des Pegels ganz nahe. Im Jahre 1857 entstand in Folge der anhaltenden Hitze und Trockenheit des ganzen Sommers und bei dem anhaltenden Regenmangel, der noch am Schlusse des Jahres 1857 fortdauerte, ein kaum je dagewesener Mangel an Wasser im Allgemeinen und ein außerordentlich niedriger Wasserstand des Rheines, der am 21. Dezember seinen niedrigsten Stand = 0,05 m des Mainzer Pegels hatte, während der höchste Stand des Jahres nur 1,925 m (am 17. Juni) betragen hatte. Auch an allen sonstigen Rheingegenden war der Wasserstand sehr niedrig; so konnte man bei Koblenz trockenen Fußes auf die Rheininsel Oberwörth und in der Mosel auf den sogenannten Hundsschwanz gelangen. Der Bodensee und der Rhein in seiner Gegend waren so gefallen, daß die meisten Dampfschiffe ihre Fahrt von Konstanz nach Schaffhausen eingestellt hatten und daß selbst das flachgehendste Schiff nur bis Stein fahren konnte, was um diese Jahreszeit seit Menschengedenken nicht vorgekommen war.

Die ungewöhnliche Trockenheit und der fast gänzliche Mangel an Regen und Schnee dauerte im Rheinthale mit dem Beginne des Jahres 1858 auch in den Monaten Januar und Februar bis Mitte März fort, und es war selbst in der höchsten Schweiz so wenig Schnee gefallen, daß am Neujahrstage 1858 die Knechte im Hospiz des St. Gotthardt sich die Zeit mit Kegelschieben vertreiben konnten, statt wie sonst 3 m hohen Schnee wegzuschaufeln. Ende Januar, Anfangs Februar und März stand der Rhein zwei Decimeter unter dem Nullpunkte des Mainzer Pegels. Dieser niedere Wasserstand

war durchs ganze Rheingebiet verbreitet. Im Bodensee konnten alle Felsen, welche die niedrigsten Wasserstände eingegraben enthalten, trockenen Fußes begangen werden. In Konstanz feierte man mitten im gewöhnlichen Rheinbette ein Freischießen. Bei Rheinfelden war das Flußbett ein Felsmeer geworden, auf dem ein mitternächtiges Fest gefeiert wurde. Bei Säckingen ist eine Kiesinsel gewöhnlich durch die stärkste Fluth von der Stadt geschieden; jetzt zog man trockenen Fußes zu einer mit den Schweizern gemeinschaftlichen Festfeier hinüber. Der Rheinfall bei Schaffhausen war zu schmächtigen Mühlbächen zusammengeschrumpft. Zwölf Pfeiler einer uralten Brücke bei Zurzach kamen über die Wasserfläche, einige standen sogar auf trockenem Boden. Am Laufenstein kamen die Jahreszahlen allerniedrigsten Wasserstände zum Vorschein und zeigten, daß dies der niedrigste Wasserstand seit 176 Jahren war. Bei Wallbach wurde durch die ganze Strombreite eine Brücke geschlagen und darauf ein Preiskegeln abgehalten. Zu Kehl sah der Rhein fast wie ein Bach aus, und bei Maxau wurde der Rhein, wie bei Mannheim der Neckar von einem Manne durchschritten, dem das Wasser an der tiefsten Stelle bis unter den Arm ging. In Bingen wurde in das Rheinbett ein Denkstein im niedrigsten Niveau des Stromes eingelegt. Bei Asmannshausen kam die warme Quelle zum Vorschein, die seitdem den Weinort auch zu einem Badeorte gemacht hat. Bei Cochem wurden in der Mosel auf einer zu Tage gekommenen Sandfläche zahlreiche Goldmünzen gefunden. Nicht weit von Xanten fand man eine Bronzestatue, die vom Berliner Museum für 8000 Thaler angekauft wurde. Ueberhaupt ist die Zahl aller aufgefundenen antiken und mittelalterlichen Kunst- und Baugegenstände sehr groß, war ja die zweite Minimalzeit die Zeit der Entdeckung und Erforschung der Pfahlbauten.

Trotz der ernorm niedrigen Wasserstände von langer Dauer kann dennoch die zweite Minimalzeit eine gemäßigte genannt werden; denn die Hitze in den heißen Sommern wurde nicht unerträglich, kommt ja in der ganzen Zeit die Temperatur von 28° R = 35° C niemals vor, die in der ersten Minimalzeit selbst in Berlin zweimal beobachtet wurde. Kalte Winter kamen ebenfalls vor, der Rhein war einigemale zugefroren, allein eine Kälte wie 1812 oder in den zwanziger Jahren wurde nicht erlebt, und die Kälteperioden dauerten nicht lange; selbst die längste im Dezember 1879 währte nur drei Wochen, und diese gehört nicht mehr der Regelperiode an, sondern der ausnahmsweisen Misch- oder Nässezeit von 1876—82 (§ 50. 5 und § 54).

IV.

Ergebnisse, Folgerungen, theoretische Ansichten.

§ 48. **Allgemeine Ergebnisse.** — Die Wasser- und Wettererscheinungen des Rheingebietes wiederholen sich in Perioden von 110 bis 112 Jahren; eine solche Periode ist gleich der doppelten großen Periode der Sonnenflecken, Nordlichter und erdmagnetischen Erscheinungen.

Jede Periode zerfällt in vier gleiche Abtheilungen von 27 bis 28 Jahren, eine Maximalzeit erster Klasse, eine Minimalzeit erster Klasse, eine Maximalzeit zweiter Klasse, eine Minimalzeit zweiter Klasse. Diese Bezeichnungen rühren davon her, daß in den Maximalzeiten die größten Wasserphänomene, die höchsten, größten und häufigsten Ueberschwemmungen eintreten, während die Minimalzeiten nur geringe und wenige Hochwasser, dagegen die niedrigsten Wasserstände von längster Dauer enthalten.

Die Maximalzeit erster Klasse liegt durchschnittlich 14 Jahre vor und nach dem Hauptmaximum der Sonnenflecken und Nordlichter. Sie enthält die riesigen Ueberschwemmungen, die der Zeit nach entweder genau oder durchschnittlich mit dem Hauptmaximum der Sonnenflecken und Nordlichter zusammenfallen. Das genaue Zusammenfallen findet in unserem Jahrtausend in den Jahrhunderten mit gerader Säcularnummer statt, im vorigen Jahrtausend in den Jahrhunderten mit ungerader Säcularnummer; die Perioden derselben heißen deshalb Regelperioden. Ein hinreichende Bewährung geben die Jahreszahlen der größten Ueberschwemmungen: 1784, 1565 und 1573, 1342, 1118 bis 1124, 886 und 889, 674. In den anderen Jahrhunderten findet nur ein durchschnittliches, manchmal auch ein genaues Zusammentreffen statt; Bewährungen sind: 1453, 1235, 987 und 989, 784; die Perioden derselben heißen Ausnahmeperioden. Durch Zusammenfassen beider entsteht die Durchschnittsreihe der Hochwasser: 674, 785, 897, 1008, 1119, 1231, 1342, 1453, 1565, (1674), 1784, 1882. Daß in dieser Reihe die Zahl 1674 fehlt, ist allerdings ein Mangel der 110jährigen Periode, aber ein Beweis für den Zusammenhang der Hochwasser mit den Sonnenflecken und Nordlichtern, da in dem Jahrzehnt 1670—80 die letzteren und daher auch wohl die ersteren nur minimal entwickelt waren. — Da in den Maximalzeiten erster Klasse Regen und Schnee, also auch trübe, wolkenverhüllte Firmamente, wasserdampfreiche Atmosphären vorherrschen, so haben die-

selben durchschnittlich kühle Sommer und milde Winter; heiße Sommer und kalte Winter kommen seltener vor.

Die Maximalzeit zweiter Klasse liegt durchschnittlich 14 Jahre vor und nach dem Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter; die Mitteljahre der Maximalzeiten zweiter Klasse sind also wie die der Maximalzeiten erster Klasse durchschnittlich 110 bis 112 Jahre von einander und 55 bis 56 Jahre von diesen entfernt. Sie enthalten die Hochwasser zweiter Klasse von geringerer Höhe und Anzahl. Ihre Sommer sind im Ganzen weniger kühl und ihre Winter weniger mild als die der ersten Maximalzeiten, sie enthalten mehr heiße Sommer und kalte Winter als diese.

Die Minimalzeit erster Klasse umfaßt die 28 Jahre, die nach der Maximalzeit erster Klasse folgen, also zwischen dieser und der Maximalzeit zweiter Klasse liegen. Sie enthält die niedrigsten und wenigsten Hochwasser, die oft nur lokal oder von geringer Verbreitung sind; häufig finden in dieser Abtheilung sehr niedrige Wasserstände statt; entsprechend sind die trockenen Jahrgänge vorherrschend, die strengsten Winter und heißesten Sommer gehören der ersten Minimalzeit an.

Die zweite Minimalzeit umfaßt die 28 Jahre, die nach der Maximalzeit zweiter Klasse folgen, also zwischen dieser und der ersten Maximalzeit der folgenden Periode liegen; sie bildet den Schluß einer Periode, während die erste Maximalzeit den Anfang bildet; dem entsprechend ist sie meist eine gemäßigte Zeit. Ueberschwemmungen sind selten und von geringer Höhe und Ausbreitung; sie enthält heiße Sommer und kalte Winter, jedoch von geringerer Intensität als die erste Minimalzeit; nur in der langen Dauer und Niedrigkeit der tiefsten Wasserstände geht sie meist noch über die erste Minimalzeit hinaus.

Diese Eintheilung findet nicht bloß in den Regelperioden, sondern auch in den Ausnahmeperioden mit geringen Modificationen statt, die jedoch stets der Entwickelung der Nordlichter und also auch der Sonnenflecken gemäß sind. Demnach wiederholt sich durchschnittlich der Witterungscharakter nach Perioden von 110 bis 112 Jahren, wodurch die ehemalige Geltung des 100jährigen Kalenders einigermaßen verständlich wird.

§ 49. **Bestätigende Ausnahmen.** — Die Ausnahmen treten vorwiegend in den Ausnahmeperioden auf, deren erste Maximalzeiten bekanntlich in unserem Jahrtausend auf die Jahrhunderte mit ungerader Säcularnummer fallen. 1. Sie beziehen sich zunächst auf die

großen Ueberschwemmungen; dieselben finden in den Ausnahmeperioden nicht genau, sondern nur durchschnittlich nach der 110 bis 112jährigen Periode statt, sind auch weniger hoch und weniger ausgebreitet. Ganz entsprechend stellt Fritz keine 110jährige, sondern eine 220jährige größte Periode der Nordlichter auf; in der Mitte jedes 220jährigen Zeitraumes treten nämlich die 55jährigen Hauptmaxima der Nordlichter nicht so hervorragend auf wie in den Anfangs- und Schlußjahrzehnten. Demnach entspricht die Ausnahmestellung der Hochwasser in diesen Zeiten ganz dem Gange der Nordlichter, also wohl auch der Sonnenflecken; ja sogar, wo die Nordlichtentwickelung wie zwischen 1670 und 1680 minimal statt maximal wird, treten an die Stelle von großen Hochwassern exorbitante Trockenzeiten und niedrigste Wasserstände. Da indessen manche Hochwasser der Ausnahmeperioden, wie z. B. 1235, 784, 987 und 989 fast genau auf die Zeiten der 110—112jährigen Periode fallen und die anderen wenigstens ein auf jene Zeiten treffendes Mitteljahr ergeben (mit Ausnahme von 1674), so glauben wir für die Ueberschwemmungen die 110jährige Periode beibehalten zu dürfen, die ja ebenfalls der großen Nordlichtperiode von 55 bis 56 Jahren entspricht.

2. Eine zweite Ausnahme bezieht sich auf die vier Abtheilungen der Ausnahmeperioden. Meist sind die vier Abtheilungen der Ausnahmeperioden weniger scharf charakterisirt und getrennt, ebenso wie die Sonnenflecken- und Nordlichtentwickelung meist nicht so stark ist als in den Regelperioden; indessen sind dennoch in allen Ausnahmeperioden die vier Abtheilungen unverkennbar vorhanden, und treten um so stärker entwickelt und geschieden auf, je reicher die Periode an Flecken und Nordlichtern ist; Beispiele starker Entwickelung sind die vierte Periode (§ 34), die achte Periode (§ 38), die vierzehnte Periode (§ 44); Beispiele schwacher Entwickelung die zwölfte Periode (§ 42) und die sechzehnte Periode (§ 46). — Gewöhnlich haben die Ausnahmeperioden in einer oder zwei der vier Abtheilungen eine Specialität; eine Minimalzeit wird in eine Maximalzeit umgewandelt, so daß die Maximalzeit verlängert wird, was jedoch nur stattfindet, wenn die Sonnenflecken und Nordlichter sich wie in der vierten Periode auch noch durch die Minimalzeit stark zeigen. Oder eine Maximalzeit und Minimalzeit werden vertauscht, wie in der sechsten Periode (§ 36), was jedoch nur eintritt, wenn die Flecken- und Lichtvorgänge in der Maximalzeit schwach, aber in der Minimalzeit stark auftreten. Die beiden letzten Ausnahmen kommen auch einmal in einer Regelperiode vor, nämlich in der dreizehnten (§ 43). Da jedoch alle diese Ausnahmen, wie auch die

unter 1. der Sonnenflecken- und Nordlichtentwickelung parallel laufen, so bestätigen sie den Zusammenhang.

§ 50. **Besondere Ergebnisse:**

1. Die höchsten Ueberschwemmungen fallen nicht genau auf die Jahre der Hauptmaxima erster Klasse der Sonnenflecken, sondern einige Jahre später. So liegt das Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken für unsere Periode im Jahre 1778, die höchste Ueberschwemmung im Jahre 1784; das Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken fand 1837, die größte Ueberschwemmung 1845 statt; selbst in der vorigen 16. bekanntlich sehr schwachen Periode (§ 46) fiel das kleine Hauptmaximum zweiter Klasse der Sonnenflecken auf das Jahr 1727, während die entsprechend schwachen Hochwasser sich auf die Zeit von 1730 bis 1741 vertheilen. Da auf den graphischen Darstellungen Fig. 2 und 3 die Hauptmaxima der Nordlichter sich gegen die der Sonnenflecken bedeutend verspäten, so sagten wir früher, die höchsten Hochwasser lägen zwischen den Hauptmaximis der Sonnenflecken und Nordlichter. Fritz hält jedoch diese Verspätung der Nordlichtmaxima nur für scheinbar; allerdings kämen oft glänzende Nordlichtphänomene einige Tage nach großen Sonnenflecken; allein das Gegentheil und das Zusammentreffen träte eben so oft ein. Die Maxima der Nordlichter lägen allerdings durchgängig ein Jahr nach den Maximis der Sonnenflecken; allein die Minima seien durchgängig um 0,14 Jahre früher; und jene Verspätung erkläre sich dadurch, daß durch das Auftreten großartiger Erscheinungen die Aufmerksamkeit der Beobachter erst angeregt werde und daher für die dem Maximum folgenden Zeiten die Zahl der beobachteten kleineren Erscheinungen überwiege. Demnach müsse angenommen werden, daß die Maxima und Minima der Sonnenflecken und Nordlichter gleichzeitig eintreten; dasselbe gelte für die Hauptmaxima, wie denn z. B. 1837 das glänzendste Nordlicht jener Zeit erschienen sei. Für die alten Beobachtungen der Nordlichter ist hiernach jene Verzögerung nicht vorhanden, da in jenen Zeiten nur die glänzendsten Erscheinungen aufgezeichnet wurden; für diese müssen wir also annehmen, daß sie mit den Hauptmaximis der Sonnenflecken zusammenfielen; allerdings waren die Beobachtungen und Aufzeichnungen nicht systematisch, glänzende Erscheinungen können der Aufzeichnung entgangen sein, unbedeutende können durch Zusammentreffen mit wichtigen Ereignissen der Aufzeichnung werth erachtet worden sein. Demnach können wir unmöglich erwarten, daß alle hohen Ueberschwemmungen der alten Zeit vor sich eine starke Sonnenflecken- oder glänzende Nordlichtzeit haben;

dennoch aber findet sich Aehnliches durchgängig. In der sechsten Periode, einer Ausnahmezeit, waren die großartigsten Nordlichter um 580, die Hochwasser von 586 bis 589. In der siebenten Periode fallen die Nordlichter auf 655 bis 683, und die Hauptüberschwemmung war 674. In der achten Periode wurde 776 nach Lycosthenes ein Flecken mit bloßem Auge beobachtet; die große Ueberschwemmung war 784; die Nordlichter gehen von 776 bis 808. Die Colossalüberschwemmung von 886 lag dagegen im Beginn der großen Nordlichtzeit von 884 bis 950, doch kamen auch 889 und 912 noch Hochwasser vor; die Nordlichtangabe ist zu unbestimmt. Auf die Nordlichtperiode 970—980 folgen die Hochwasser von 987 und 989. In der zehnten Periode liegt die Nordlichtzeit von 989 bis 1017, erst 1020 folgt ein Hochwasser. In der elften Periode fällt das stärkste Nordlicht auf 1117, die Hochwasser liegen von 1118 bis 1124. In der schwachen zwölften Periode beginnen die Nordlichter mit 1219, das Hochwasser war 1235. Die dreizehnte (Colossal-)Periode hat große Nordlichter von 1336 bis 1370, Hochwasser von 1338 bis 1374. Ebenso nehmen in der fünfzehnten (Colossal-)Periode die Nordlichter die Zeit von 1541 bis 1595 ein, die Hochwasser von 1553 bis 1598. Hiernach ist das Ergebniß 1. unzweifelhaft.

2. Am Anfange und Schlusse jeder der vier Abtheilungen einer Periode treten die Charaktere derselben schwächer auf und mischen sich mit den Charakteren der benachbarten Zeiten. Wie die größten Ueberschwemmungen fast durchgängig in der Mitte der ersten Maximalzeit liegen und die Hochwasser nach dem Beginne und Schlusse derselben hin schwächer werden, so ist es auch mit den Haupt- und Nebenerscheinungen der übrigen Abtheilungen.

3. Der Mischcharakter tritt stark und schroff hervor, wenn die Hauptmaxima auf die Grenze einer Maximal- und Minimalzeit fallen. In der achten Periode liegt die Nordlichtzeit zwischen 776 und 808, in der Mitte der ersten Periodenhälfte 766—794—822; in dieser ganzen Hälfte wechseln Hochwasser mit Wassermangel, kalte Winter haben ungeheuere Schneefälle, auf lange Näſſe folgt andauernde Trockenheit, milde Winter wechseln mit kühlen oder heißen Sommern. Aehnlich ist das Verhältniß zwischen der zweiten Minimalzeit der 12. Periode und der ersten Maximalzeit der 13., wo sich die Nordlichtzeit aus der ersten in die zweite hineinzieht u. s. w.

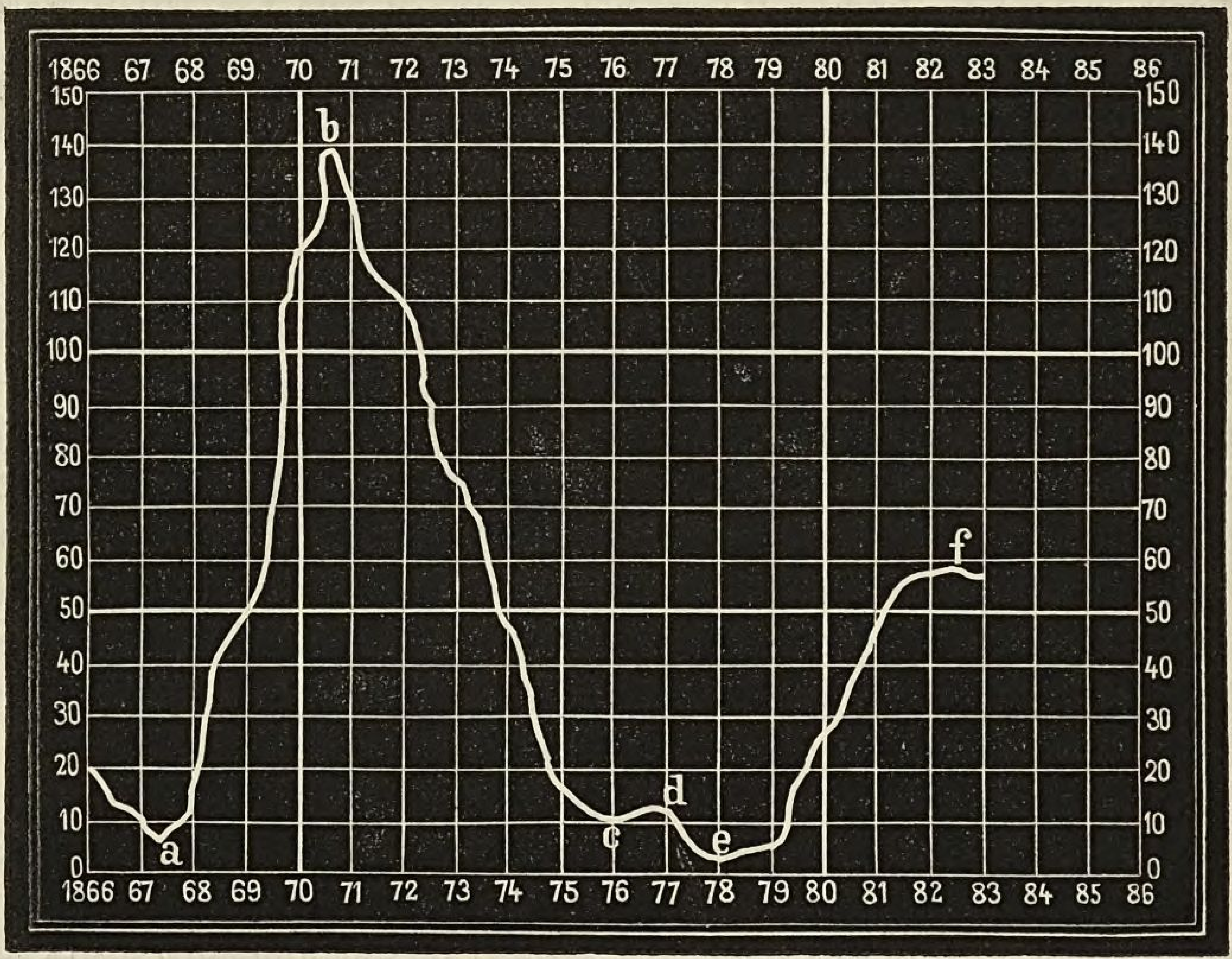
4. Die Charaktere der Periodenviertel treten gemäßigt auf, wenn die aufeinanderfolgenden Maxima der Sonnen-

flecken allmälig größer oder kleiner werden, und wenn die Minima nur geringe Tiefe erreichen, dagegen schroff und stark, wenn die Maxima sich stark unterscheiden und von tiefen Minimis getrennt sind. Am besten sieht man dies aus Fig. 2 (S. 24) und Fig. 3 (S. 26). In der ersteren sind die Maxima der Sonnenflecken von 1727, 1738, 1750 und 1761 fast einander gleich; es ist die gemäßigte zweite Maximalzeit der 16. Periode. Auch in Fig. 3 sind die Maxima von 1837, 1848, 1860 und 1870 nicht sehr verschieden; es ist die gemäßigte zweite Maximal- und Minimalzeit unserer Periode. Dagegen sind die Maxima von 1761, 1769, 1778, 1787, 1804, 1816, 1830, 1837 sehr verschieden hoch und stürzen zu tiefen Minimis großentheils steil herab. In dieser ersten Maximal- und Minimalzeit unserer Periode sind die Charaktere dieser Abtheilungen stark und schroff entwickelt, höchste Ueberschwemmungen sind der ersten eigen, kalte Winter, heiße trockene Sommer u. tiefe Wasserstände der zweiten.

5. Wenn ein Hochmaximum steil abfällt und von sehr kleinen, fast minimalen Maximis begleitet wird, so bildet sich während dieser niedrigen Maxima eine Nässezeit, die auch zu bedeutenden Hochwassern ansteigen kann. — In der sechsten Periode folgt direkt nach dem Aufhören großer Nordlichterscheinungen eine siebenjährige Nässe von 585—591 (§ 36.) — Auf der Grenze zwischen der neunten und zehnten Periode (§ 40) folgt nach einer kurzen, ausnahmsweise in der Minimalzeit auftretenden Nordlichtperiode von 970—980 eine nasse Zeit von 987 bis 990, die sich zu den Hochwassern von 987 und 989 steigert; da von 980—990 auch lange Trockenheiten und sehr kalte Winter auftreten, so ist dies Jahrzehnt eigentlich eine Mischzeit (§ 50. 3). Dieselbe kann aufgefaßt werden als eine Minimalzeit, in welche die Folgen eines vorausgehenden Hochmaximums hineinreichen, oder als eine Maximalzeit, in welcher die Sonnenflecken und Nordlichter plötzlich sistiren. — Von 1139—1154 herrschte eine 15jährige Nässe zur Zeit kleiner Nordlichter nach sehr großen Erscheinungen (§ 41). — Eine dreijährige Nässe fand wohl unter ähnlichen Verhältnissen 1221 bis 1224 statt (§ 42). — Von 1400—1420 war eine traurige Zeit des Mißwachses durch Kälte und Nässe. — Auch von 1590—1614 scheint eine Nässeperiode geherrscht zu haben, die jedoch hauptsächlich in die 90er Jahre fällt. Ihre lange Dauer bis 1614 wird durch die geringe Anzahl von trockenen Jahrgängen zwischen 1590 und 1614, sowie durch die Ueberschwemmung von 1614 angedeutet, entspricht aber auch dem äußerst niedrigen Stande der Nordlichter zwischen 1610 und 1620 (§ 54).

In unserem Jahrhundert haben unsere Eltern um die Zeit des Hungerjahres 1817 eine ähnliche mehrjährige Nässe erlebt, die sich auch zu mehreren Hochwassern dritter Klasse steigerte. Hier zeigt uns Fig. 3 (S. 26) deutlich den Verlauf der Sonnenflecken und Nordlichter; nach den Hochmaximis von 1778 und 1788 fällt die Sonnenfleckencurve steil herab und erhebt sich nur zu kleinen Maximis, von denen das von 1817 besonders niedrig und von den beiden anderen durch lang dauernde und sehr niedrige Minima geschieden ist. Noch steiler fällt die Nordlichtcurve von dem Hauptmaximum 1798 herab und kriecht von 1800—1825 fast an der Grundlinie hin; hier springt der Satz 5. deutlich in die Augen, während er aus den vorherigen Beispielen mit weniger Bestimmtheit folgt.

Fig. 6.



Von besonderer Wichtigkeit wird der Satz und besonders das Beispiel von 980—990 für die Erklärung unserer Ausnahmezeit seit 1876, in welcher statt der Fortsetzung der gemäßigten Minimalzeit bis 1881 offenbar eine Mischperiode eingetreten ist, da in derselben heiße Sommer (1876 und 1880) und strenge Winter (1879/80, 80/81) mit naßkalten Sommern und milden Wintern, mit Trockenzeiten und Ueberschwemmungen wechseln. Dieser Charakter ist auch ihrer Lage an der Grenze der Minimalzeit einer Regelperiode und der Maximalzeit einer Ausnahmeperiode entsprechend. Daß aber in

dieser Mischzeit die Nässe vorherrscht und sich bis zu Ueberschwemmungen steigert, die fast über die Hochwasser zweiter Klasse hinausgehen und sich nahezu über den ganzen Erdball erstrecken, das wird uns durch Satz 5. verständlich, wenn wir die Relativzahlen der Sonnenflecken seit 1870 vergleichen, besonders aber wenn wir die graphische Darstellung der Sonnenflecken von 1866—1882 (Fig. 6) ins Auge fassen. Die Relativzahlen der Sonnenflecken waren.

1870,	71,	72,	73,	74,	75,	76,	77,	78,	79,	80,	81,	82.
139,	111,	102,	66,	45,	17,	11,	12,	3,	6,	32,	54,	59.

Während von dem Minimum a im Jahre 1867 die Fleckencurve sogleich zu dem Maximum b in 1870 ansteigt, erhebt sie sich von dem Minimum c in 1876 nur bis d im Jahre 1876; statt, wie man erwarten sollte, von d an so steil aufzusteigen wie bei ab, stürzt die Curve noch tiefer herab bis e, kriecht also fast fünf Jahre lang nahe an der Grundlinie hin und erhebt sich erst 1880 ein wenig, wo man schon ein hohes Maximum hätte erwarten dürfen. Und auch in den folgenden Jahren erhebt sie sich nur wenig, bis 1882 auf etwa 59; diese geringe Zahl ist aller Wahrscheinlichkeit nach das Maximum unserer Zeit, da die tägliche Variation der Magnetnadel schon in der Abnahme begriffen ist. Während in den schwächsten Minimalzeiten der vorigen ausnahmsweise schwachen Periode, in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, die Maxima 49, 52, 90, 85, 83, 86 betragen, erleben wir in unserer Regelperiode das fast minimale Maximum 59. Für unsere Zeit sind also die Voraussetzungen des Satzes 5 erfüllt, ein Hochmaximum der Sonnenflecken fällt steil herab und geht in ein fast 10 Jahre dauerndes Minimum und minimales Maximum über; auch die Folge des Satzes ist erfüllt durch die Nässe und die hohen Wasserstände seit 1876, die sich zu den großen Ueberschwemmungen von 1882 und 83 steigerten. Da die Zeit auf der Scheide der 17. und 18. Periode liegt, so ist der Mischcharakter erklärlich, das Vorkommen strenger Winter und heißer Sommer, milder Winter und kühler Sommer; der Mischzustand läßt sich auch auffassen als eine Verbindung der normalen Minimalzeit mit den Folgen des vorausgegangenen Hochmaximums 1870.

§ 51. **Folgerungen.** 1. Die Hochwasser rühren von denselben Ursachen her, welche die Sonnenflecken und Nordlichter erzeugen, sind also wesentlich kosmischen d. i. außerirdischen Ursprungs.

Die Begründung dieses Satzes liegt in allem Vorausgegangenen, in dem Zusammentreffen der Hochwasser erster Klasse mit den Haupt-

maximis erster Klasse der Sonnenflecken und Nordlichter, der Hochwasser zweiter Klasse mit den Hauptmaximis zweiter Klasse, der niedrigsten Wasserstände mit den Zwischenzeiten u. s. w. Noch entschiedener wird der Satz durch die Ausnahmen bewiesen, durch das Ausbleiben der Hochwasser erster Klasse, wenn die Hauptmaxima erster Klasse der Flecken und Nordlichter fehlen, wie öfter in den Ausnahmeperioden; durch das Auftreten von Trockenzeiten an Stelle der Hochwasser, wenn wie im 17. Jahrhundert an Stelle eines Hauptmaximums erster Klasse der Flecken und Nordlichter diese Erscheinungen fast gänzlich fehlen; durch die Entstehung von Nässezeiten, die sich zu Hochwassern steigern, wenn nach einem Hochmaximum fast minimale Maxima eintreten u. s. w.

Da nach den Fritz'schen Gründen (§ 50. 1) angenommen werden muß, daß die Maxima und Minima der Sonnenflecken und Nordlichter gleichzeitig eintreten, so mag es wohl sein, daß beide Erscheinungen von einer dritten, noch unbekannten kosmischen Ursache herrühren; indeß könnte es doch wohl sein, daß die Nordlichter durch die Sonnenflecken und die mit denselben verbundene elektrische Erregung der Sonne hervorgerufen werden, da nach den neuesten E d l u n d'schen Forschungen die elektrischen Erscheinungen sich unzweifelhaft durch den sogenannten leeren Weltraum fortflanzen, und zwar wohl mit einer Geschwindigkeit, welche der des Lichtes kaum nachstehen wird. Für die Hochwasser aber ist die Wahrscheinlichkeit nicht gering, daß sie Produkte der Sonnenflecken und der mit ihnen verbundenen Sonnenthätigkeit sind; dafür spricht insbesondere die Verspätung aller Hochwasserphänomene (§ 50. 1). Wie man sich diese Entwickelung vorstellen kann, das wird erst verständlich, wenn wir einen kurzen Blick in die bis jetzt vorliegenden Forschungen über den Zusammenhang der Sonnenflecken mit meteorologischen Erscheinungen gethan haben.

Der Ausdruck „kosmischen Ursprungs" wird verschieden angewendet; meist versteht man darunter einen von unserem Fixsternsystem ausgeübten Einfluß; jedoch wird er auch für den Einfluß der Planetenstellungen gebraucht; man kann jedoch auch noch Sonnenwirkungen darunter verstehen, die nicht so, wie z. B. die Tages- und Jahreszeiten, von der Stellung der Erde gegen die Sonne abhängen, also jede außerhalb der Erde wirkende Ursache mit Ausnahme des Mondes; in diesem Sinne ist der Ausdruck oben gebraucht.

2. I r d i s c h e U r s a c h e n, wie z. B. E n t w a l d u n g e n und F l u ß c o r r e c t i o n e n, h a b e n n u r e i n e n n e b e n s ä c h l i c h e n E i n f l u ß a u f d i e U e b e r s c h w e m m u n g e n.

Dieser Satz ist einfach eine Folge des vorigen; wenn die Hochwasser wesentlich kosmischen d. i. nichtirdischen Ursprungs sind, so können Verhältnisse auf der Erde nur einen nebensächlichen Einfluß üben. Hinreichend nachgewiesen wird der Satz durch die riesigen Ueberschwemmungen der Vergangenheit, in welcher noch keine Entwaldungen und Flußcorrectionen stattgefunden hatten; den Colossalfluthen von 1784, 1573, 1342 u. s. w. gegenüber muß der Vorwurf schwinden, daß die Flußcorrectionen die Ueberschwemmungen verursacht hätten. Der Einfluß der Entwaldung kann in manchen Fällen nicht geleugnet werden; jedoch ist derselbe mehr auf Wassermangel als auf Wassersnoth gerichtet, wie z. B. in den Küstenländern des Mittelländischen Meeres. Dieselben gehören der subtropischen Zone an, in welcher im Sommer der Nordostpassat unausgesetzt weht und daher trockene Hitze verursacht; im Winter aber fällt sie in die Region der veränderlichen Winde und Regen; in alten Zeiten sammelten die Wälder und künstliche Veranstaltungen das Wasser der Winterregen für den trockenen Sommer; die Vernachläßigung beider hat viele jener herrlichen Länder in Einöden verwandelt. In Hochgebirgen wie z. B. in Tirol mag die Entwaldung den Ueberschwemmungen günstig sein; wo jedoch so viele Factoren zusammenwirken, wie bei großen Strömen z. B. dem Rhein, wird der Einfluß jedes Nebenfactors gering, und der Hauptfactor, die kosmische Ursache, kommt zur überwiegenden Geltung.

3. **Die Vorausbestimmung der Hochwasser wird durch ihren Zusammenhang mit den Sonnenflecken und Nordlichtern möglich, und zwar für die Regelperioden mit größerer Sicherheit als die Wetterprognose**, während für die Ausnahmeperioden bei dem jetzigen Zustande der Kenntniß noch stärkere Täuschungen zu befürchten sind wie bei der Wetterprognose.

Auch dieser Satz geht aus dem ganzen Verlaufe dieser Schrift hervor; da die Hochwasser **später**, als die Hauptmaxima der Sonnenflecken eintreten, so darf nach einem solchen Hauptmaximum immer ein Hochwasser erster oder zweiter Klasse erwartet werden. Wäre z. B. der Gang der Sonnenfleckenmaxima in unserer Zeit ein regulärer gewesen, hätte also 1882 ein größeres Maximum als 1870 stattgefunden, und käme um 1893 ein noch größeres, also ein Hautpmaximum erster Klasse, so wäre für den Schluß des Jahrhunderts ein Hochwasser erster Klasse angezeigt gewesen; der Ausnahmezustand unseres Jahrhunderts mit ungerader Säcularnummer, der durch die eingetretenen niedrigen Fleckenstände bestimmt hervorgetreten ist, bewahrt uns vor dieser entsetzlichen Katastrophe. — Ebenso hätte man schon 1876,

wenn dieser Zusammenhang bekannt gewesen wäre, die nasse Zeit voraussagen können, und kann dies immer, wenn auf ein Hochmaximum ein langdauerndes Minimum oder niedriges Maximum folgt; wie lange aber die Nässe dauert, ist bei dem Ausnahmezustande der jetzigen Zeit und der folgenden Periode nicht abzusehen, oder höchstens erst dann, wenn eine einigermaßen sichere Theorie des ganzen Zusammenhanges gewonnen ist (§ 54). Eine Möglichkeit gewährt auch die Vergleichung mit den früheren ähnlichen Nässezeiten. Der fortgeschrittenen Erkenntniß wird gewiß auch die Vorausbestimmung für die Ausnahmeperioden möglich werden, da diese ja ebenfalls wie die Regelperioden in die bekannten vier Abtheilungen zerfallen, die zwar meist weniger stark und schroff, sowie auch vertauscht und verändert auftreten; ist einmal der Charakter einer Abtheilung durch Mitbeachtung der Fleckenstände als Maximal-, Minimal- oder Mischzeit erkannt, so ist die Vorauserkenntniß ihres Verlaufs möglich.

§ 52. **Frühere Forschungen über den Zusammenhang der Sonnenflecken mit meteorologischen Erscheinungen. a. Mit der Lufttemperatur.** Die erste bemerkenswerthe Forschung über den Einfluß der Sonnenflecken auf irdische Verhältnisse stellte Wilhelm Herschel (1801) an; er verglich die mittleren Weizenpreise der Jahre mit ihrer Sonnenfleckenzahl und fand, daß wohlfeilere Jahre mit fleckenreichen und theure Jahre mit fleckenarmen Perioden zusammenfielen, woraus man geschlossen hat, daß zur Zeit der Fleckenmaxima die Lufttemperatur höher sei als zur Zeit der Fleckenminima. Fritz hat die Untersuchung auf größere Zeiträume und Länder ausgedehnt und die kleine Periode zu Grunde gelegt; er fand, daß für das vorige Jahrhundert Herschels Resultat gilt, für unseres aber das entgegengesetzte. Da nun der Einfluß der Sonnenflecken unmöglich entgegengesetzt werden, aber auch nicht geläugnet werden kann, so bleibt nur die Annahme übrig, daß ein anderer entgegengesetzter Einfluß das einemal den der Sonnenflecken übertrifft und das anderemal von diesem übertroffen wird. Einflüsse auf die Lufttemperatur gibt es jedoch mancherlei, der stärkste scheint mir die Bewölkung des Himmels zu sein. Denn im Sommer ist bei bewölktem Himmel die Lufttemperatur um einen ansehnlichen Betrag, wohl 6—12° niedriger als bei klarem Himmel, und im Winter ist sie bei bewölktem Himmel durchschnittlich 10° höher als bei klarem Wetter. Bedeutend ist auch der Einfluß der verschiedenen Winde, der Cyklonen und Anticyklonen u. s. w. Insbesondere ist zu beachten, daß die Lufttemperatur nicht durch directe Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Luft entsteht, sondern von der Erdoberfläche aus entwickelt wird, nachdem diese die

Sonnenstrahlen absorbirt hat; das Primäre in der Wirkung der Sonnenstrahlen ist also nicht die Lufttemperatur, sondern die Erwärmung der Erdoberfläche, die Wirkung auf das Wasser des Weltmeeres.

Die Maximalzeiten sind die Zeiten der größten und zahlreichsten Hochwasser, also auch des überwiegenden Regens und Schnees, der mächtigsten Bewölkung; demnach liegen in den Maximalzeiten mehr kühle Sommer und milde Winter, in den Minimalzeiten mehr heiße Sommer und kalte Winter, wie uns dies die historische Darstellung durchgängig gezeigt hat. Während der Bearbeitung dieser Schrift kam mir das preisgekrönte Werk von Fritz zu Handen: „Die Beziehung der Sonnenflecken zu den magnetischen und meteorologischen Erscheinungen der Erde.“ In diesem Werke sind die bis zum Jahre 1878 vorliegenden Arbeiten über jenen Gegenstand und zahlreiche eigene Arbeiten des Verfassers über denselben zusammengestellt. Dort findet sich auch ein Verzeichniß der höchsten Sommertemperaturen zu Paris von 1700—1875; ich griff eine beliebige Maximalzeit, die von 1826—1853 heraus und die zwei benachbarten Minimalzeiten und berechnete die mittlere höchste Temperatur des Sommers; für unsere zweite Maximalzeit ergab sich 32,6° C, für die erste Minimalzeit 1798—1826 aber 33,2 und für die zweite Minimalzeit 33,4; die Minimalzeiten haben also eine höhere durchschnittlich höchste Temperatur als die Maximalzeit. Ein großer Werth ist dem nicht beizulegen; es hätte auch das Gegentheil herauskommen können, da diese höchsten Temperaturen kein Maßstab für die Sommerhitze sind und von mancherlei Zufälligkeiten abhängen, während das Vorwiegen trockener, heißer Sommer in den Minimalzeiten durch die historische Entwickelung unzweifelhaft feststeht. Jedoch ist es immerhin interessant, eine Folgerung unserer Theorie bei dem ersten Zugreifen in das Thatsachenmaterial bestätigt zu finden. Der Unterschied jener höchsten Temperaturen ist allerdings sehr gering; auch dies spricht dafür, daß dem unzweifelhaften Einflusse der Bewölkung ein anderer direct gegenübersteht, nämlich der Einfluß der Sonnenflecken.

Die Wirkung der Bewölkung ist eine Erniedrigung der Sommertemperatur und eine Erhöhung der Wintertemperatur. Da nun auf der nördlichen Halbkugel der Sommer länger dauert als der Winter und in den Zeiten der Maxima die Bewölkung vorherrscht, so ist es nicht zu verwundern, daß Köppen in mehreren bis zu den letzten Jahren reichenden Arbeiten ein dem Herschel'schen entgegengesetztes Resultat gefunden hat, daß nämlich während der Maxima

der Sonnenflecken die Lufttemperatur niedriger sei als während der Minima. Hiermit ist jedoch nicht bewiesen, daß die von der Sonne ausgestrahlte Wärme während der Fleckenmaxima geringer ist als während der Minima. Um hierüber vollkommene Sicherheit zu erhalten, müßte am Aequator, wo der Einfluß der Winde, der Bewölkung u. s. w. am geringsten ist, z. B. eine bestimmte Wasserfläche der directen Sonnenstrahlung ausgesetzt werden, sowohl zur Zeit der Maxima der Sonnenflecken als zur Zeit der Minima; aus der Menge des verdunsteten Wassers würde sich dann ein sicherer Schluß über die Verschiedenheit der Sonnenstrahlung zu den Zeiten des Maximums und Minimums der Sonnenflecken ziehen lassen. Aehnliche Versuche stellten Roscoe und Stewart allerdings nicht am Aequator, sondern in London an; sie benutzten einen Mahagoniblock, brachten in einer kugelförmigen Aushöhlung desselben ein Brennglas an und setzten dies der Sonne aus; die Menge des ausgebrannten Holzes maßen sie durch Eingießen einer Mischung von Wachs und Olivenöl; aus diesen Versuchen ergab sich, daß zur Zeit der Fleckenmaxima mehr Wärme von der Sonne nach London komme als zur Zeit der Minima. Auch in Kew kamen mehrere Forscher und in Manchester Baxendell zu dem Resultat, daß die Intensität der Sonnenhitze wächst und abnimmt wie die Zahl der Sonnenflecken, und Blanford schloß aus Beobachtungen an einem und demselben Instrumente, das zu verschiedenen Zeiten in Kalkutta der directen Sonnenstrahlung ausgesetzt wurde, denselben Satz. Wir können denselben gelten lassen, da zur Zeit der Fleckenmaxima auch die Sonnenfackeln und Protuberanzen am reichlichsten sind, also die Sonnenthätigkeit am energischsten auftritt, während Köppens entgegengesetzte Resultate über die Lufttemperatur sich auf die angegebene Weise erklären.

§ 53. **b. Mit der Regenmenge bez. der Wassermenge der Flüsse.** Nach dem ganzen Inhalte dieser Schrift müßte man schließen, daß die Regenmenge auch zur Zeit der Einzelmaxima der Sonnenflecken größer sein müsse als zur Zeit der Minima. Jedoch hängt in der gemäßigten Zone die Regenmenge von so vielen Factoren ab, daß leicht der Einfluß der Flecken durch andere Wirkungen compensirt werden könnte. Nicht blos die Stellung einer Gegend gegen die Sonne oder die geographische Breite bedingt die Regenmenge, sondern auch die Entfernung von den Weltmeeren, die herrschenden und die veränderlichen Winde, der verschiedene Wechsel von Cyklonen und Anticyklonen, die Lage eines Ortes nach der Höhe, sowie nach den Gebirgszügen und die Richtung der Gebirgsketten selbst u. s. w.

Man könnte sich kaum wundern, wenn in manchen Gegenden durch Beobachtung das entgegengesetzte Resultat erhalten würde als durch obigen Schluß aus unserer Theorie. Aber weitaus in den meisten Fällen stimmen die Beobachtungsresultate mit diesem überein.

Meldrum war es zuerst, der 1872 (nach seiner Untersuchung über die Periodicität der Cyklonen) auch die der Regenmengen mit den Perioden der Sonnenflecken verglich; er fand, daß auf Mauritius in den drei Jahren um das Fleckenmaximum 1860 durchschnittlich jährlich 40 cm mehr Regen gefallen war als in den drei Jahren um die Minimaljahre 1856 und 1867; als er in beiden Fällen noch zwei Jahre hinzunahm, blieb das Ueberwiegen der Maximalzeit, betrug aber nur etwa 10 cm. Daß hier in der tropischen Gegend die Periodicität des Regenfalls so deutlich und der Unterschied so stark hervortritt, ist dadurch begreiflich, daß in jener Gegend das Wetter sehr regelmäßig und fast nur von der Sonnenstellung abhängig ist; jedoch stellte sich auch für Großbrittanien und Irland an der durchschnittlichen Regenmenge von zehn Stationen für die Maxima von 1833—1860 eine um 3—10 Prozent größere Regenmenge heraus als für die Minima, während Jelinek bei der Vergleichung vieler Orte der gemäßigten und tropischen Zone fand, daß für Europa die Zahl der dem Meldrum'schen Gesetze günstigen Fälle wenig überwiegend sei. Als Meldrum jedoch in den folgenden Jahren immer mehr Beobachtungsstationen und längere Zeiträume in Betracht zog, ergab sich, daß an den meisten Stationen sowohl der tropischen als auch der gemäßigten Zone der Regenfall zur Zeit der Fleckenmaxima am stärksten, zur Zeit der Minima am geringsten ist. Die Ausnahmen gehören meist der gemäßigten Zone an, und wo in der tropischen Zone z. B. in Kalkutta eine Ausnahme im Allgemeinen stattfindet, da tritt für einzelne Jahreszeiten z. B. für den Winter doch wieder die Geltung des Gesetzes ein.

Die Wassermengen der Flüsse wurden zuerst von Fritz (1874) mit den Fleckenständen der Sonne verglichen; derselbe fand, daß in den mitteleuropäischen Flüssen zur Zeit der Fleckenmaxima etwas mehr, zur Zeit der Minima etwas weniger Wasser fließt. Der Unterschied ist jedoch gering, was bei der großen Menge der mitwirkenden Factoren in der gemäßigten Zone nicht anders erwartet werden kann. Meldrum fand 1876 die Pegelstände der von ihm untersuchten Flüsse zur Zeit der Fleckenmaxima im Mittel um 16 Zoll höher als zur Zeit der Minima; von 13 Maximis sind nur drei der Regel ungünstig. Viel schärfer bewährt sich dieselbe bei dem Flusse, der ausschließlich von tropischen Wassern genährt wird, nämlich bei

dem durch regelmäßige Ueberschwemmungen ausgezeichneten Nil. Fritz untersuchte zuerst 1878 die Maximalstände des Stromes am Nilometer von Roda, einer Insel bei Kairo, und fand, daß um 1835, 1845, 1857 und 1866 die niedrigsten Hochwasserstände waren, während die Fleckenminima auf die Jahre 1833,9, 1843,5, 1856 1867,2 fielen; wegen der wichtigen Coincidenz der höchsten Wasserstände mit den Maximis setzen wir dieselben in einer kleinen Tabelle untereinander:

Wassermaxima:	1828	1841	1849	1861	1870.
Fleckenmaxima:	1829,9	1837,2	1848,1	1860,1	1870,6.

Im Jahre 1880 hat Fritz auch die Nilwasserstände bei den Barrages (einem mißlungenen Schleußenwerk an der Gabelung des Niles in die Arme von Rosette und Damiette) mit den Fleckenständen verglichen; die niedrigsten Wasserstände fanden 1857 und 1866, die höchsten 1852, 1861 und 1872 statt, wodurch abermals die Analogie mit dem Gange der Sonnenflecken, ja fast ein Zusammentreffen der Maximal- und Minimalzeiten beider Erscheinungen zu Tage tritt. — Der Nil, dessen Hochwasser (im Oktober) ca. 6 m höher sind als die im Juni eintretenden niedrigsten Wasserstände, zeigt außerdem die Eigenthümlichkeit, daß die höheren Ueberschwemmungen später im Jahresverlauf eintreten als die niederen; diese den Sonnenflecken parallele Verspätung, die in den Hochwassern der letzten Jahrzehnte unverkennbar ist, wurde auch schon um 1700 von Gabrieli beobachtet; zur Zeit der Fleckenmaxima 1695, 1704 und 1718 traten die Hochwasser am spätesten, zur Zeit der Minima 1699 und 1712 am frühesten ein.

§ 54. **Theoretische Ansichten.** Während die Ergebnisse dieser Arbeit, die in § 48, 49 und 50 zusammengestellt sind, als Folgerungen aus dem Thatsachenmaterial für unanfechtbar gehalten werden können, sind die Meinungen, die man sich über die Ursache des Zusammenhanges der Sonnenflecken mit den Wasserphänomenen der Erde bilden kann, natürlich der Kritik unbestritten preisgegeben. Manche Erscheinungen, z. B. die colossalen Meeresfluthen des dreizehnten Jahrhunderts, welche die fast mangelnden Flußüberschwemmungen zu ersetzen scheinen, könnten zu der Ansicht verleiten, daß die Hochwasser von den Sonnenflecken unabhängig seien und von einer andern kosmischen Ursache herrührten, die auch die Sonnenflecken und Nordlichter hervorbringe. Da jedoch die Temperaturverhältnisse bei den Hoch- und Niederwassern unverkennbar in erster Linie mitwirken, die wir uns unmöglich von Constellationen herrührend denken können, so liegt der Gedanke nahe, in den Sonnenflecken die

Grundursache der Veränderlichkeit der Wasser- und Wetterphänomene in ihren großen Perioden zu suchen; dafür spricht insbesondere auch die unbestreitbare Thatsache der Verspätung der Hochwasser gegen die Hauptmaxima der Sonnenflecken und Nordlichter (§ 50. 1). Diese Verspätung findet sich sogar bei den Wasserphänomenen, die mit den Einzelmaximis der Sonnenflecken zusammenhängen.

Faßt man die kleine Fritz'sche Niltabelle (§ 53) ins Auge, so wird man bemerken, daß beinahe sämmtliche höchsten Wasserstände des Nils ein oder mehrere Jahre später eintraten als die Maxima der Sonnenflecken. Ja der bedeutendste und genaueste Sonnenfleckenforscher, Wolf in Zürich, schloß (1873) sogar für die Regenmengen, daß die Regenmaxima $1\frac{1}{2}$ Jahre später als die Fleckenmaxima stattfinden. Dieser Verspätung ist bei einer Hypothese über den Zusammenhang zwischen Sonnenflecken und Wasserständen in erster Linie Rechnung zu tragen. Bei den Hochwassern, deren Datum wir genau mit den Jahreszahlen der Maxima und Minima vergleichen können, also bei denen unseres und des vorigen Jahrhunderts, sahen wir sogar, daß die Hochwasser auf das Minimum fallen, das dem Hauptmaximum folgt; ähnliches beobachten wir für die Nässezeiten, die nicht bloß in dem Minimum nach einem Hauptmaximum eintreten, sondern sich auch über die minimalen Maxima der Folgezeit erstrecken. Während der Hochmaxima wird also Kraft oder Stoff aufgespeichert, die in der Zeit des folgenden Minimums die Hochwasser und Nässezeiten bewirken.

Um auf diesem Wege die Hochwasser nach den Hauptmaximalzeiten, sowie die überwiegenden Regen und Flußwassermengen nach den Einzelmaximis erklären zu können, müssen wir annehmen, daß die von der Sonne ausgestrahlte Wärmemenge zur Zeit der Fleckenmaxima am größten und zur Zeit der Fleckenminima am kleinsten ist, eine Annahme, die wir schon im § 52 gerechtfertigt fanden, und die durchaus nicht im Widerspruche mit der Thatsache steht, daß die Maximalzeiten des Wassers und Wetters mehr kühle Sommer und milde Winter, die Minimalzeiten mehr heiße Sommer und kalte Winter enthalten. Für jene Annahmen können wir noch einige Begründungen beibringen, indem Folgerungen aus derselben für die Vergangenheit sich als richtig herausstellen.

Wenn in einer Maximalzeit auch die Bewölkung vorherrscht, so ist doch der Himmel nicht unaufhörlich wolkenbedeckt, es gibt auch helle, heitere Sommer; ist nun unsere Annahme richtig, so müssen diese Sommer eine höhere Temperatur der Luft haben als in den Minimalzeiten; dies bewährt die Tabelle der Pariser höchsten Tem-

peraturen. In unserer ersten Maximalzeit 1770—1798 zählt man 1 Sommer mit über 39° C höchster Temperatur und 2 mit über 38, während in der ersten Minimalzeit kein Sommer mit 37, 38 und 39° vorkommt. — Wenn die Erde in den Minimalzeiten am wenigsten Wärme empfängt, so müssen die kältesten Winter dann auftreten, wenn ausnahmsweise zwei Minimalzeiten aufeinander folgen, und zwar in der letzteren dieser beiden. Dafür zeigt ein glänzendes Beispiel die 12. Periode, in deren zweiter Minimalzeit die größte Zahl von wahrhaft unerhört strengen und langen Wintern auftritt (§ 42). — Wenn die Erde in einer Maximalzeit die meiste Wärme empfängt und die Ueberschwemmungen hierdurch entstehen, so müssen die meisten Ueberschwemmungen vermischt mit heißen Sommern dann auftreten, wenn gewissermaßen zwei Maximalzeiten hintereinander stattfinden; dafür bieten die 13. Periode (§ 43) und die 15. (§ 45) entscheidende Beispiele. — Unsere zweite Minimalzeit von 1853 bis 1876 hatte 1860 und 1870 zwei besonders hohe Maxima der Sonnenflecken, die denen der zweiten Maximalzeit kaum nachstehen (Fig. 3 S. 26); entsprechend sind auch die Sommertemperaturen der zweiten Minimalzeit, da in ihr der Einfluß des heitern Himmels mit dem hoher Maxima zusammenwirkt, bedeutend über denen der zweiten Maximalzeit: in dieser findet sich für Paris nur ein Sommer über 36°, in jener dagegen drei.

Wenn hiernach die Annahme gerechtfertigt scheint, daß die von der Sonne entwickelte Wärmemenge mit den Flecken zu- und abnimmt, so haben wir nun die Hauptwirkung der Sonnenstrahlen auf die Erde ins Auge zu fassen: die Hauptwirkung aber ist die Verdunstung, da zwei Drittel der Erdfläche mit Wasser bedeckt sind und da gerade in der heißen Zone die Meeresfläche noch überwiegender gegen die Landmassen auftritt. Zur Zeit der Fleckenmaxima wird nach obiger Annahme mehr Wasser verdunsten als zur Zeit der Minima. Wie bedeutend der Wärmegrad die Verdunstung beeinflußt, geht aus folgenden Zahlen hervor: In Cumana, 10° nördl. Br. verdunstet jährlich eine Wasserschicht von 35 m Höhe, während in London die Verdunstung nur 6 m beträgt; auf Madeira verdunsten bei einem jährlichen Betrag von 10 m im Juli allein mehr als 2 m, im Januar nicht viel über 1 m. Wie hier die Verdunstung mit der Wärme der Jahreszeiten, dort mit der Wärme der Zonen wächst, so muß sie auch an einem Orte und an allen Orten mit der von der Sonne ausgestrahlten Wärme wachsen, also bei der Geltung unserer Annahme zur Zeit der Fleckenmaxima stärker sein als zur Zeit der Minima.

Bei stärkerer Verdunstung ist die Luft eher mit Wasserdampf

gesättigt, die Bewölkung des Himmels tritt früher und stärker ein, die Niederschläge sind reicher und häufiger und die Flüsse höher; so läßt es sich wohl begreifen, daß zu den Zeiten der Maxima der Sonnenflecken die Regenmengen größer, die Flußwasserstände höher sind als zu den Zeiten der Fleckenminima. Wo die Verdunstung und Condensation wie in der tropischen Zone fast nur von der Sonne abhängen, müssen diese Folgen ausnahmslos zu jeder Zeit und in bemerkenswerther Stärke sich entwickeln, wie das Meldrum'sche Gesetz der Regenmengen und die Fritz'schen Maxima der Nilwasserstände zeigen. Wo aber noch zahlreiche andere Einflüsse mitwirken, wie in der gemäßigten Zone, da können die Folgen an einzelnen Orten durch entgegengesetzte Einflüsse geschwächt, ja sogar überwogen werden, aber durchschnittlich werden sie doch auch hier merkbar sein. Es ist nur noch die Frage, warum die stärksten Regenmengen, insbesondere aber die höchsten Wasserstände später eintreten als die Maxima der Sonnenflecken. Bei der Geringfügigkeit der Verspätung bedarf es zur Erklärung derselben keiner besonderen Annahmen. Großentheils rührt das Regenwasser von den verdunstenden Weltmeeren her, deren Dampf durch die Winde über die Continente geführt wird; denn diejenigen Gegenden sind bekanntlich regenlos oder regenarm, in denen die herrschenden Winde nicht von Weltmeeren herkommen und aus kälteren in wärmere Länder wehen. Die ersten starken Regen zur Zeit eines Maximums bringen demnach Wasser aus den Meeren aufs Land; schon dafür ist Zeit nöthig, wodurch schon eine bemerkenswerthe Verspätung entsteht. Diese starken Regen bedecken aber nun auch das Land mit einer Schicht von Wasser, von feuchtem Boden u. s. w.; gleich nach dem Maximum ist die Wärmestrahlung der Sonne nur wenig geringer, aber die Verdunstung geschieht an einer viel größeren Fläche, und die neu hinzugekommenen Flächen verdunsten wie z. B. Grasflächen reichlicher als die Meeresfläche; demnach ist die Verdunstung nach dem Maximum stärker als während desselben. Hierdurch mag sich die Wolf'sche Beobachtung der Verspätung der Regenmaxima erklären; nimmt man noch die Zeit hinzu, die zur Aufsammlung der verspäteten Regenmaxima in den Bächen, Flüssen und Strömen nöthig ist, so ist es auch verständlich, daß die Hochwasser des Nils sich durchgängig noch mehr verspäten.

Nicht genügend ist offenbar diese Erklärung für die Hochwasser erster Klasse, besonders wenn dieselben unvermittelt auftreten; ihre 6 bis 8jährige Verspätung gegen die vorausgegangenen Hauptmaxima läßt sich durch Cumulirung des Wasservorraths auf dem Lande nicht verstehen, noch weniger aber die langen Nässeperioden, deren

Verspätung sogar 10 und 20 Jahre beträgt, so daß sie nicht bloß die Zeit des dem Hochmaximum folgenden Minimums, sondern auch noch die Zeiten der später kommenden minimalen Maxima überdauern. So war 1788 (Fig. 2) noch ein Hochmaximum der Sonnenflecken, dem 1804 ein gewöhnliches und 1816—17 ein sehr niedriges Maximum folgte; in dieser Zeit war die kalte Nässeperiode unserer Eltern. Im Jahre 1870 war das letzte Hochmaximum der Sonnenflecken, worauf eine seit 1876 andauernde tief minimale Zeit folgte, welche unsere kühle Nässeperiode bildet, die jedoch als Uebergangszeit an der Grenze zweier Perioden mehr Mischcharakter hat. Zur Erklärung dieser Phänomene scheint nur die Annahme geeignet, daß zu den Zeiten der Hochmaxima Wasserdampf aufgespeichert und zur Zeit des folgenden Minimums condensirt wird.

Die neuere Meteorologie hat nachgewiesen, daß die Wasserdampfhülle der Erde höchstens eine Höhe von einer Meile hat; schon die untersten 2000 m der Atmosphäre schließen die Hälfte alles Wasserdampfes ein, und über einer Höhe von 6500 m befindet sich kaum noch ein Zehntel des Wasserdampfes der Luft. Ueber die Periodicität des Dampfgehaltes der untersten Luft nach den Sonnenflecken ist wenig, über die der oberen Luftschichten leider nichts bekannt. Jedoch liegt der Gedanke nicht fern, daß die Höhe der Dampfhülle periodisch ab- und zunehmen könne; zur Zeit der Maxima der Sonnenflecken mag wegen der reichlicheren Verdunstung die Dampfhülle sich erhöhen, wobei nicht bloß vorher dampfleere Luftschichten sich mit Dampf füllen, sondern auch der Dampfgehalt der weniger hohen Schichten sich vergrößern könnte. Wenn nun, wie in unseren Maximalzeiten, mehrere hohe Maxima durch schwache und kurz andauernde Minima getrennt sind, so würden die Höhe der Dampfhülle und der Dampfgehalt der oberen Luftschichten fortwährend zunehmen und zur Zeit des Hauptmaximums den höchsten Betrag erreichen; in dem folgenden Minimum, das nach unserer Annahme durch geringere Sonnenstrahlung charakterisirt ist, müßte sich dann der überschüssige Wasserdampf condensiren, als Regen und Schnee in großer Menge niederschlagen und so Hochwasser erster Klasse erzeugen. So fällt das Hochwasser erster Klasse unserer 17. Periode auf das Minimum 1784, das dem Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken 1778 folgt, und das Hochwasser zweiter Klasse auf das Minimaljahr 1845, das dem Hauptmaximum zweiter Klasse 1837 folgt. Beachtet man die peitschende Heftigkeit der Regen, die unsere letzten Hochwasser 1882—83 einleiteten, so muß man zu dem Schlusse gelangen, daß dieser Regen aus größerer Höhe als gewöhnlich herabstürzt, worin

man eine Bestätigung der theoretischen Ansicht finden kann. Die geschilderte Aufspeicherung von Wasserdampf kann auch schon vor dem Hauptmaximum und noch längere Zeit nach demselben ungewöhnliche Dampfmengen in der Höhe anhäufen, wenn die Einzelmaxima vor und nach dem Hauptmaximum nicht viel von diesem abweichen; dann müssen zur Zeit der vorhergehenden und nachfolgenden Minima ebenfalls Hochwasser eintreten. Ein Beispiel dafür gewährt uns die erste Maximalzeit der 15. Periode; gehen wir um zwei Hauptperioden, also um 220 Jahre, von dem Hauptmaximum 1778 rückwärts, so gelangen wir zu einem Hauptmaximum 1558. In dem vorhergehenden Minimaljahre 1553, in den folgenden minimalen Zeiten 1564, 1573, 1583 begegnen uns die Hauptüberschwemmungen dieser Zeit. Die Nordlichtperiode endigt mit 1595; die neunziger Jahre gehören der Minimalzeit an, die auf eine starke Maximalzeit folgt; sie scheinen eine Nässeperiode gebildet zu haben, die der unsrigen ähnlich sich zu Ueberschwemmungen gesteigert hat, denn von 1590—1615 werden nur 4 trockene Jahrgänge ohne besondere Bedeutung erwähnt, während 1590, 1593, 1598 und 1614 Ueberschwemmungen stattfanden. Diese Nässeperiode fand wie die von 1816 bis 24 fast am Schlusse der ersten Minimalzeit nach einer hohen Maximalzeit statt, ist vielleicht eine siebente Analogie zu unserer Zeit.

Die Erklärung dieser Nässeperioden muß sich natürlich an die der Hochwasser erster Klasse anschließen. Wenn eine Reihe von Hochmaximis eine große Menge von Wasserdampf in den Höhen angehäuft hat und ein Theil des Ueberschusses mit Hochwassern abgegangen ist, so kann doch noch ein beträchtlicher Ueberschuß in den Höhen vorhanden sein; durch die geringere Sonnenkraft während der folgenden Minimalzeit mag sich dann nach und nach die Temperatur der höheren Luftschichten erniedrigen, wodurch allmälig auch dieser Rest condensirt und in häufigen, weniger massenhaften Regen niedergeschlagen wird; dann wird das Land nach und nach immer mehr von Wasser durchdrungen, wodurch die Verdunstung vermehrt und neuer Regen veranlaßt wird; hiernach steigt auch das Grundwasser fast bis zur Erdoberfläche, der ganze Boden ist wasserdurchdrungen, kein Regen, kein Schneewasser sickert mehr ein, sondern alles niederfallende Wasser läuft in den Flüssen zusammen, so daß Ueberschwemmungen entstehen, die wie 1882—83 und 1824 die Hochwasser zweiter Klasse überragen oder fast erreichen. Die drei Maxima von 1848, 1860 und 1870 waren ungewöhnlich hoch, aber nur durch kurze Zeiten der Minima unterbrochen; daher die durchgängig warme zweite Minimalzeit von 1853 bis 1875, ihre gerin-

gen Ueberschwemmungen und niedrigen Wasserstände. In der seit 1876 eingetretenen tiefen Minimalzeit herrschte dagegen wie allbekannt eine durchschnittlich niedrige Temperatur; der in jener Zeit mit hohen Maximis entstandene Wasserdampf wurde in dieser Zeit mit minimalen Maximis condensirt, verursachte die häufigen, massenhaften Regen und starken Schneefälle, die das öftere Uebersteigen der Flüsse und durch die erwähnte Steigerung endlich die bedeutenden Hochwasser von 1882—83 bewirkten. Da indeß die hohen Maxima der Minimalzeit immerhin noch keine Hauptmaxima erster Klasse waren, so darf man wohl erwarten, daß der von ihnen angehäufte Wasserdampf sich nach und nach erschöpft hat, und daß demnach unsere Nässeperiode bald endigen wird. Bestimmt voraussagen läßt sich das jedoch nicht, da man die Erschöpfung nicht behaupten, sondern nur vermuthen kann: außerdem ist jedenfalls in den nächsten Jahren der Fleckenstand der Sonne ein niedriger, da wir schon über ein niedriges Maximum hinaus sind und uns einem Minimum nähern; ist der Dampfüberschuß nicht erschöpft, so wird die geringe Sonnenkraft der folgenden Minimaljahre eine Fortdauer der Condensation, der Nässezeit, der Hochwasser zur Folge haben. Ist aber der Dampfüberschuß schon condensirt, so werden helle, trockene Jahre mit nicht allzuheißen Sommern und kalten strengen Wintern folgen; solche würden jedoch auch die Nässezeit unterbrechen, die Nässezeit würde erst dann einer wärmeren Maximalzeit weichen, wenn die Sonnenflecken (etwa von 1888 an) zu einem starken Maximum (etwa 1890) ansteigen würden. Daß dieses ein wahres Hauptmaximum erster Klasse wird, ist sehr wenig wahrscheinlich. Als Begründung für diese Meinung könnte man anführen, daß ein plötzliches Anwachsen von einem Tiefmaximum zu einem Hochmaximum in den Curven der zwei Jahrhunderte nicht vorkommt; dagegen ist aber einzuwenden, daß ein so unvermittelter Sturz, wie von 1870 (139) auf 1882 (59) ebenfalls noch nicht beobachtet worden ist. Vielmehr liegt der Hauptgrund für jene Meinung darin, daß die eben (1882) eingetretene 18. Periode eine Ausnahmeperiode ist, und daß in keiner Ausnahmeperiode ein Hochwasser erster Klasse, also wohl auch kein Hauptmaximum erster Klasse der Sonnenflecken, vorkommt. Wir dürfen uns daher wohl der Hoffnung hingeben, daß vor dem Jahre 2000 kein Hochwasser erster Klasse mehr eintreten wird. Aber Hochwasser zweiter Klasse, ja sogar öfter in größerer Zahl finden sich auch in den Ausnahmeperioden, und zwar in der berechneten Maximalzeit erster und zweiter Klasse, mehrmals sogar nahe an dem Regeljahr. Die erste Maximalzeit der 18. Periode erstreckt sich nun

von 1882 bis 1910, und das Regeljahr derselben fällt auf 1894 oder 95. Für diese Zeit sind Hochwasser wahrscheinlich; sie können sogar mit Bestimmtheit im Voraus für diese Zeit angezeigt werden, wenn das um 1890 zu erwartende Maximum der Sonnenflecken sich als Hochmaximum entwickelt. Da außerdem der möglicherweise noch nicht erschöpfte Rest des Dampfüberschusses, bei der geringeren Sonnenkraft der 5 bis 7 bevorstehenden Minimaljahre, noch eine Fortdauer der Nässe möglich erscheinen läßt und damit eine Fortsetzung der letzten Ueberschwemmungen, so ist der mehrfach erhobene Mahnruf auch zum Schlusse nochmals aufs eindringlichste zu betonen. Die Vermuthung der möglichen Fortdauer der Nässezeit in unserer Uebergangsmischperiode geschieht jedoch nur auf Grund der theoretischen Ansichten, hat daher nur soviel Werth, als man diesen beilegt, während die Prognose von Hochwassern in der ersten Maximalzeit vielfältige Erfahrung für sich hat und durch das nächste Hauptmaximum der Sonnenflecken hinreichende Bestimmtheit gewinnt.

Inhaltsverzeichniß.

		Seite
I.	Darstellung des Haupt-Zusammenhanges	1
II.	Die Sonnenflecken, das Nordlicht und der Erdmagmagnetismus in ihren Perioden	15
III.	Darstellung des Zusammenhanges im Einzelnen und historischer Nachweis desselben	35
IV.	Ergebnisse, Folgerungen, theoretische Ansichten . .	102

Leipzig. Druck von Grimme & Trömel.

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Reis, Paul,

Die periodische Wiederkehr von Wassersnoth und Wassermangel im Zusammenhange mit den Sonnenflecken, den Nordlichtern und dem Erdmagnetismus

Leipzig 1883

BHS II H 141
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11558400-3